

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2004 EPO. All rts. reserv.

18118935

Basic Patent (No,Kind,Date): CN 1369573 A 20020918 <No. of Patents: 004>

SEDIMENT APPTS. AND SEDIMENT METHOD (English)

Patent Assignee: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (JP)

Author (Inventor): SHUNPEI YAMAZAKI (JP); TESSHI SEO (JP); MAYUMI MIZUKAMI (JP)

IPC: *C23C-014/12; C23C-014/24; H01L-051/40; H01L-033/00; H05B-033/10

CA Abstract No: *137(18)270943T;

Language of Document: Chinese

Patent Family:

| Patent No | Kind | Date | Applic No | Kind | Date | |
|----------------------|------|----------|---------------|------|----------|---------|
| CN 1369573 | A | 20020918 | CN 2002103325 | A | 20020131 | (BASIC) |
| JP 2002302757 | A2 | 20021018 | JP 200222741 | A | 20020131 | |
| US 20020139303 | AA | 20021003 | US 62005 | A | 20020131 | |
| TW 552650 | B | 20030911 | TW 91101696 | A | 20020131 | |

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 200126184 A 20010201

JP 200222741 A 20020131

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2004 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

07434247 **Image available**

SYSTEM AND METHOD FOR FILM DEPOSITION

PUB. NO.: **2002-302757** [JP 2002302757 A]

PUBLISHED: October 18, 2002 (20021018)

INVENTOR(s): **YAMAZAKI SHUNPEI**

SEO TETSUSHI

MIZUKAMI MAYUMI

APPLICANT(s): **SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD**

APPL. NO.: **2002-022741** [JP 200222741]

FILED: January 31, 2002 (20020131)

PRIORITY: **2001-026184** [JP 200126184], JP (Japan), February 01, 2001
(20010201)

INTL CLASS: **C23C-014/12; C23C-014/24; H05B-033/10; H05B-033/14**

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a film deposition system by which an organic-compound film having a plurality of functional areas is deposited.

SOLUTION: A plurality of evaporation sources (203a to 203c) are provided to the inside of a film deposition chamber 210, by which functional regions composed of the respective organic compounds in the evaporation sources can be continuously formed and further a mixed region can be formed in the interface between the functional regions. By using the film deposition system having such a film deposition chamber, impurity contamination between the functional areas can be prevented and the organic film in which an energy gap in the interface is relaxed can be deposited.

| (51) Int. Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーマコード (参考) |
|----------------------------|------|------------|-------------|
| C23C 14/12 | | C23C 14/12 | 3K007 |
| 14/24 | | 14/24 | C 4K029 |
| H05B 33/10 | | H05B 33/10 | |
| 33/14 | | 33/14 | A |

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全35頁)

(21) 出願番号 特願2002-22741 (P 2002-22741)

(22) 出願日 平成14年1月31日 (2002.1.31)

(31) 優先権主張番号 特願2001-26184 (P2001-26184)

(32) 優先日 平成13年2月1日 (2001.2.1)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000153878
株式会社半導体エネルギー研究所
神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 山崎 舜平
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 瀬尾 哲史
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 水上 真由美
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

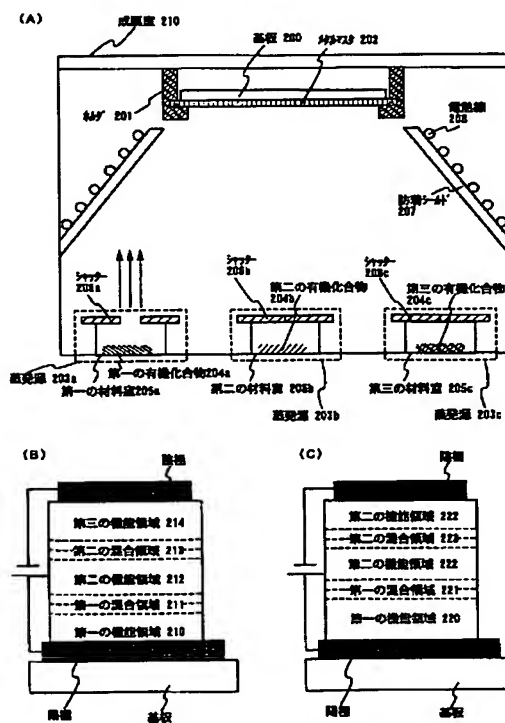
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 成膜装置及び成膜方法

(57) 【要約】

【課題】 複数の機能領域を有する有機化合物膜を作製する成膜装置を提供する。

【解決手段】 成膜室210内に複数の蒸発源(203a~203c)を備え、それぞれの有機化合物からなる機能領域を連続的に形成し、さらに機能領域間の界面には混合領域を形成することができる。このような成膜室を有する成膜装置により、機能領域間の不純物汚染を防ぎ、さらに、界面におけるエネルギーギャップを緩和した有機化合物膜を形成することができるという成膜装置に関する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数の成膜室を有する成膜装置であって、前記成膜室は、複数の蒸発源を有し、前記複数の蒸発源は、機能の異なる有機化合物をそれぞれ有し、前記複数の蒸発源から前記機能の異なる有機化合物を連続的に蒸着することを特徴とする成膜装置。

【請求項 2】複数の成膜室を有する成膜装置であって、前記成膜室は、複数の蒸発源を有し、前記複数の蒸発源は、機能の異なる有機化合物をそれぞれ有し、前記複数の蒸発源から少なくとも 2 種類の有機化合物を同時に蒸着することを特徴とする成膜装置。

【請求項 3】ロード室、アライメント室、および成膜室が直列方向に連結された成膜装置であって、前記アライメント室は、メタルマスクと基板との位置合わせを行う機能を有し、前記成膜室は複数の蒸発源を有し、前記複数の蒸発源は、機能の異なる有機化合物をそれぞれ有し、前記複数の蒸発源から前記機能の異なる有機化合物を連続的に蒸着することを特徴とする成膜装置。

【請求項 4】ロード室、アライメント室、および成膜室が直列方向に連結された成膜装置であって、前記アライメント室は、メタルマスクと基板との位置合わせを行う機能を有し、前記成膜室は複数の蒸発源を有し、前記複数の蒸発源は、機能の異なる有機化合物をそれぞれ有し、前記複数の蒸発源から少なくとも 2 種類の有機化合物を同時に蒸着することを特徴とする成膜装置。

【請求項 5】ロード室、搬送室、アライメント室、および、成膜室を有する成膜装置において、前記ロード室、前記アライメント室、および前記成膜室はいずれも前記搬送室に連結され、前記アライメント室は、メタルマスクと基板の位置合わせを行う機能を有し、前記成膜室は複数の蒸発源を有し、前記複数の蒸発源は、機能の異なる有機化合物をそれぞれ有し、前記複数の蒸発源から前記機能の異なる有機化合物を連続的に蒸着することを特徴とする成膜装置。

【請求項 6】ロード室、搬送室、アライメント室、および、成膜室を有する成膜装置において、前記ロード室、前記アライメント室、および前記成膜室はいずれも前記搬送室に連結され、前記アライメント室は、メタルマスクと基板の位置合わせを行う機能を有し、前記成膜室は複数の蒸発源を有し、前記複数の蒸発源は、それぞれ機能の異なる有機化合物

を有し、

前記複数の蒸発源から少なくとも 2 種類の有機化合物を同時に蒸着することを特徴とする成膜装置。

【請求項 7】請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一に記載の成膜装置において、

第一の有機化合物膜を形成する第一の成膜室と、第二の有機化合物膜を形成する第二の成膜室と、第三の有機化合物膜を形成する第三の成膜室とを有することを特徴とする成膜装置。

【請求項 8】請求項 7 に記載の成膜装置において、前記第一の成膜室は赤色に発光する第一の有機化合物膜を形成し、前記第二の成膜室は、緑色に発光する第二の有機化合物膜を形成し、前記第三の成膜室は、青色に発光する第三の有機化合物膜を形成することを特徴とする成膜装置。

【請求項 9】請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか一に記載の成膜装置において、前記蒸発源は、正孔注入性、正孔輸送性、発光性、プロトン性、電子輸送性、または電子注入性の有機化合物を有していることを特徴とする成膜装置。

【請求項 10】同一の成膜室において、第一の有機化合物を有する第一の蒸発源から蒸着を行うことにより第一の機能領域を形成し、前記第一の蒸発源、および第二の有機化合物を有する第二の蒸発源から同時に蒸着を行うことにより第一の混合領域を形成し、前記第二の蒸発源から蒸着を行うことにより第二の機能領域を形成し、前記第二の蒸発源、および第三の有機化合物を有する第三の蒸発源から同時に蒸着を行うことにより第二の混合領域を形成し、前記第三の蒸発源から蒸着を行うことにより第三の機能領域を形成して、前記第一の機能領域、前記第一の混合領域、前記第二の機能領域、前記第二の混合領域、および前記第三の機能領域とを有する有機化合物膜を形成することを特徴とする成膜方法。

【請求項 11】同一の成膜室において、第一の有機化合物を有する第一の蒸発源から蒸着を行うことにより第一の機能領域を形成し、前記第一の蒸発源、および第二の有機化合物を有する第二の蒸発源から同時に蒸着を行うことにより第一の混合領域を形成し、前記第二の蒸発源から蒸着を行うことにより第二の機能領域を形成し、前記第二の蒸発源、および第三の有機化合物を有する第三の蒸発源から同時に蒸着を行うことにより第二の混合領域を形成し、前記第二の蒸発源から蒸着を行うことにより第二の機能領域を形成して、前記第一の機能領域、前記第一の混合

領域、前記第二の機能領域、前記第二の混合領域を有し、かつ、前記第二の混合領域が前記第二の機能領域の一部に形成されることを特徴とする成膜方法。

【請求項 12】複数の成膜室を有する成膜装置における第一の有機化合物膜、第二の有機化合物膜、および第三の有機化合物膜の成膜において、
第一の成膜室で第一の有機化合物を有する第一の蒸発源から蒸着を行うことにより第一の機能領域を形成し、
前記第一の蒸発源、および第二の有機化合物を有する第二の蒸発源から同時に蒸着を行うことにより第一の混合領域を形成し、
前記第二の蒸発源から蒸着を行うことにより第二の機能領域を形成して、前記第一の機能領域、前記第一の混合領域、および前記第二の機能領域とを有する第一の有機化合物膜を形成し、
第二の成膜室で、
第三の有機化合物を有する第三の蒸発源から蒸着を行うことにより第三の機能領域を形成し、
前記第三の蒸発源、および第四の有機化合物を有する第四の蒸発源から同時に蒸着を行うことにより第二の混合領域を形成し、
前記第四の蒸発源から蒸着を行うことにより第四の機能領域を形成して、前記第三の機能領域、前記第二の混合領域、および前記第四の機能領域とを有する第二の有機化合物膜を形成し、
第三の成膜室で、
第五の有機化合物を有する第五の蒸発源から蒸着を行うことにより第五の機能領域を形成し、
前記第五の蒸発源、および第六の有機化合物を有する第六の蒸発源から同時に蒸着を行うことにより第三の混合領域を形成し、
前記第六の蒸発源から蒸着を行うことにより第六の機能領域を形成して、前記第五の機能領域、前記第三の混合領域、および前記第六の機能領域とを有する第三の有機化合物膜を形成し、
前記第一の有機化合物膜、前記第二の有機化合物膜、および前記第三の有機化合物膜における発光は、それぞれ異なることを特徴とする成膜方法。

【請求項 13】請求項 12 において、
前記第一の機能領域または前記第二の機能領域の一方と、
前記第三の機能領域または前記第四の機能領域の一方と、
前記第五の機能領域または前記第六の機能領域の一方は、いずれも発光性の有機化合物で形成され、
前記第一の機能領域または前記第二の機能領域の他方と、
前記第三の機能領域または前記第四の機能領域の他方と、
前記第五の機能領域または前記第六の機能領域の他方

は、それぞれ正孔注入性、正孔輸送性、ブロッキング性、電子輸送性、または電子注入性の有機化合物のいずれか一で形成されることを特徴とする成膜方法。

【請求項 14】請求項 13 において、
前記第一の機能領域または前記第二の機能領域の一方を形成する第一の発光性の有機化合物と、
前記第三の機能領域または前記第四の機能領域の一方を形成する第二の発光性の有機化合物と、
前記第五の機能領域または前記第六の機能領域の一方を形成する第三の発光性の有機化合物は、それぞれ発光色の異なる有機化合物から形成されることを特徴とする成膜方法。

【請求項 15】請求項 10 において、
前記第一の機能領域は陽極上に形成され、
前記第一の有機化合物は正孔輸送性の有機化合物であり、
前記第二の有機化合物は発光性の有機化合物であり、
前記第三の有機化合物は電子輸送性の有機化合物であることを特徴とする成膜方法。

【請求項 16】請求項 11 において、
前記第一の機能領域は陽極上に形成され、
前記第一の有機化合物は正孔輸送性の有機化合物であり、
前記第二の有機化合物は電子輸送性の有機化合物であり、
前記第三の有機化合物は発光性の有機化合物であることを特徴とする成膜方法。

【請求項 17】請求項 13 乃至請求項 16 のいずれか一において、
前記正孔輸送性の有機化合物として、芳香族ジアミン化合物を用いることを特徴とする成膜方法。

【請求項 18】請求項 13 乃至請求項 17 のいずれか一において、
前記電子輸送性の有機化合物として、キノリン骨格を含む金属錯体、ベンゾキノリン骨格を含む金属錯体、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、またはフェナントロリン誘導体を用いることを特徴とする成膜方法。

【請求項 19】請求項 13 乃至請求項 18 のいずれか一において、
前記発光性の有機化合物として、キノリン骨格を含む金属錯体、ベンゾオキサゾール骨格を含む金属錯体、またはベンゾチアゾール骨格を含む金属錯体を用いることを特徴とする成膜方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する分野】本発明は、電界を加えることで発光が得られる有機化合物を含む膜（以下、「有機化合物膜」と記す）と、陽極と、陰極と、を有する発光素子の作製に用いる成膜装置及び成膜方法に関する。本発明で

は特に、従来よりも駆動電圧が低く、なおかつ素子の寿命が長い発光素子の作製に関する。さらに、本明細書中における発光装置とは、素子として発光素子を用いた画像表示デバイスもしくは発光デバイスを指す。また、発光素子にコネクタ、例えば異方導電性フィルム(FPC: flexible printed circuit)もしくはTAB (Tape Automated Bonding) テープもしくはTCP (Tape Carrier Package) が取り付けられたモジュール、TABテープやTCPの先にプリント配線板が設けられたモジュール、または発光素子にCOG (Chip On Glass) 方式によりIC (集積回路) が直接実装されたモジュールも全て含むものとする。

【0002】

【従来の技術】発光素子は、電界を加えることにより発光する素子である。その発光機構は、電極間に有機化合物膜を挟んで電圧を印加することにより、陰極から注入された電子および陽極から注入された正孔が有機化合物膜中の発光中心で再結合して分子励起子を形成し、その分子励起子が基底状態に戻る際にエネルギーを放出して発光すると言われている。

【0003】なお、有機化合物が形成する分子励起子の種類としては、一重項励起状態と三重項励起状態が可能であるが、本明細書中ではどちらの励起状態が発光に寄与する場合も含むこととする。

【0004】このような発光素子において、通常、有機化合物膜は1 μ mを下回るほどの薄膜で形成される。また、発光素子は、有機化合物膜そのものが光を放出する自発光型の素子であるため、従来の液晶ディスプレイに用いられているようなバックライトも必要ない。したがって、発光素子は極めて薄型軽量に作製できることが大きな利点である。

【0005】また、例えば100~200nm程度の有機化合物膜において、キャリアを注入してから再結合に至るまでの時間は、有機化合物膜のキャリア移動度を考えると数十ナノ秒程度であり、キャリアの再結合から発光までの過程を含めてもマイクロ秒以内のオーダーで発光に至る。したがって、非常に応答速度が速いことも特長の一つである。

【0006】さらに、発光素子はキャリア注入型の発光素子であるため、直流電圧での駆動が可能であり、ノイズが生じにくい。駆動電圧に関しては、まず有機化合物膜の厚みを100nm程度の均一な超薄膜とし、また、有機化合物膜に対するキャリア注入障壁を小さくするような電極材料を選択し、さらにはヘテロ構造(二層構造)を導入することによって、5.5Vで100cd/m²の十分な輝度が達成された(文献1: C. W. Tang and S. A. VanSlyke, "Organic electroluminescent diodes", Applied Physics Letters, vol. 51, No.12, 913-915 (1987))。

【0007】こういった薄型軽量・高速応答性・直流低電圧駆動などの特性から、発光素子は次世代のフラットパネルディスプレイ素子として注目されている。また、

自発光型であり視野角が広いことから、視認性も比較的良好であり、電気器具の表示画面に用いる素子として有効と考えられている。

【0008】ところで、文献1において示された発光素子の構成であるが、まず、キャリア注入障壁を小さくする方法として、仕事関数が低い上に比較的安定なMg:Ag合金を陰極に用い、電子の注入性を高めている。このことにより、有機化合物膜に大量のキャリアを注入することを可能としている。

【0009】さらに有機化合物膜として、ジアミン化合物からなる正孔輸送層とトリス(8-キノリノラト)アルミニウム(以下、「Alq₃」と記す)からなる電子輸送性発光層とを積層するという、シングルヘテロ構造を適用することにより、キャリアの再結合効率を飛躍的に向上させている。このことは、以下のように説明される。

【0010】例えば、Alq₃単層のみを有する発光素子の場合では、Alq₃が電子輸送性であるため、陰極から注入された電子のほとんどは正孔と再結合せずに陽極に達してしまい、発光の効率は極めて悪い。すなわち、単層の発光素子を効率よく発光させる(あるいは低電圧で駆動する)ためには、電子および正孔の両方をバランスよく輸送できる材料(以下、「バイポーラー材料」と記す)を用いる必要があり、Alq₃はその条件を満たしていない。

【0011】しかし、文献1のようなシングルヘテロ構造を適用すれば、陰極から注入された電子は正孔輸送層と電子輸送性発光層との界面でブロックされ、電子輸送性発光層中へ閉じこめられる。したがって、キャリアの再結合が効率よく電子輸送性発光層で行われ、効率のよい発光に至るのである。

【0012】このようなキャリアのブロッキング機能の概念を発展させると、キャリアの再結合領域を制御することも可能となる。その例として、正孔をブロックできる層(正孔ブロッキング層)を正孔輸送層と電子輸送層との間に挿入することにより、正孔を正孔輸送層内に閉じこめ、正孔輸送層の方を発光させることに成功した報告がある。(文献2: Yasunori KIJIMA, Nobutoshi ASAI and Shin-ichiro TAMURA, "A Blue Organic Light Emitting Diode", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 38, 5274-5277(1999))。

【0013】また、文献1における発光素子は、いわば正孔の輸送は正孔輸送層が行い、電子の輸送および発光は電子輸送性発光層が行うという、機能分離の発想であるとも言える。この機能分離の概念はさらに、正孔輸送層と電子輸送層の間に発光層を挟むというダブルヘテロ構造(三層構造)の構想へと発展した(文献3: Chihaya ADACHI, Shizuo TOKITO, Tetsuo TSUTSUI and Shogo SAITO, "Electroluminescence in Organic Films with Three-Layered Structure", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 27, No. 2, L269-L271(1988))。

【0014】こういった機能分離の利点としては、機能分離することによって一種類の有機材料に様々な機能（発光性、キャリア輸送性、電極からのキャリア注入性など）を同時に持たせる必要がなくなり、分子設計等に幅広い自由度を持たせることができる点にある（例えば、無理にバイポーラー材料を探索する必要がなくなる）。つまり、発光特性のいい材料、キャリア輸送性が優れる材料などを、各々組み合わせることで、容易に高発光効率が達成できるということである。

【0015】これらの利点から、文献1で述べられた積層構造の概念（キャリアブロッキング機能あるいは機能分離）自体は、現在に至るまで広く利用されている。

【0016】また、これらの発光素子の作製においては、特に量産プロセスでは、正孔輸送材料、発光材料、電子輸送材料等を真空蒸着により積層する際に、それぞれの材料がコンタミネーションしないようにするため、インライン方式（マルチチャンバー方式）の成膜装置が用いられている。なお、図13に成膜装置の上面図を示す。

【0017】図13に示した成膜装置においては、陽極（ITOなど）を有する基板上に正孔輸送層・発光層・電子輸送層の三層構造（ダブルヘテロ構造）、陰極の蒸着、及び封止処理が可能である。

【0018】まず、搬入室に陽極を有する基板を搬入する。基板は第1搬送室を経由して紫外線照射室に搬送され、真空雰囲気中での紫外線照射により、陽極表面がクリーニングされる。なお、陽極がITOのような酸化物である場合、ここで前処理室にて酸化処理がされる。

【0019】次に、蒸着室1301で正孔輸送層が形成され、蒸着室1302～1304で発光層（図13では、赤、緑、青の三色）が形成され、蒸着室1305で電子輸送層が形成され、蒸着室1316で陰極が形成される。最後に、封止室にて封止処理がなされ、搬出室から発光素子が得られる。

【0020】このようなインライン方式の成膜装置の特色としては、各層の蒸着がそれぞれ異なる蒸着室1301～1305において行われていることである。したがって、それぞれの蒸着室1301～1305には、通常一つの蒸発源を設ければよい（ただし、蒸着室1302～1304において、色素をドーピングすることにより発光層を形成する場合、共蒸着層を形成するために二つの蒸発源が必要になることもある）。つまり、各層の材料がほとんど互いに混入しないような装置構成となっている。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以上で述べたような積層構造は異種物質間の接合であるため、その界面には必ずエネルギー障壁が生じることになる。エネルギー障壁が存在すれば、その界面においてキャリアの移動は妨げられるため、以下に述べるような二つの

問題点が提起される。

【0022】まず一つは、駆動電圧のさらなる低減へ向けての障害になるという点である。実際、現在の有機発光素子において、駆動電圧に関しては共役ポリマーを用いた単層構造の素子の方が優れており、パワー効率（単位：[lm/W]）でのトップデータ（ただし、一重項励起状態からの発光を比較）を保持していると報告されている（文献4：筒井哲夫、「応用物理学会有機分子・バイオエレクトロニクス分科会誌」、Vol. 11, No. 1, P. 8 (2000)）。

【0023】なお、文献4で述べられている共役ポリマーはバイポーラー材料であり、キャリアの再結合効率に関しては積層構造と同等なレベルが達成できる。したがって、バイポーラー材料を用いるなどの方法で、積層構造を用いることなくキャリアの再結合効率さえ同等にできるのであれば、界面の少ない単層構造の方が実際は駆動電圧が低くなることを示している。

【0024】例えば電極との界面においては、エネルギー障壁を緩和するような材料を挿入し、キャリアの注入性を高めて駆動電圧を低減する方法がある（文献5：Takeo Wakimoto, Yoshinori Fukuda, Kenichi Nagayama, Akira Yokoi, Hitoshi Nakada, and Masami Tsuchida, "Organic EL Cells Using Alkaline Metal Compounds as Electron Injection Materials", IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, VOL. 44, NO. 8, 1245-1248 (1997)）。文献5では、電子注入層としてLi₂Oを用いることにより、駆動電圧の低減に成功している。

【0025】しかしながら、有機材料間（例えば正孔輸送層と発光層との間のことであり、以下、「有機界面」と記す）のキャリア移動性に関してはいまだ未解決の分野であり、単層構造の低駆動電圧に追いつくための重要なポイントであると考えられる。

【0026】さらに、エネルギー障壁に起因するもう一つの問題点として、有機発光素子の素子寿命に対する影響が考えられる。すなわち、キャリアの移動が妨げられ、チャージが蓄積することによる輝度の低下である。

【0027】この劣化機構に関してははっきりした理論は確立されていないが、陽極と正孔輸送層との間に正孔注入層を挿入し、さらにdc駆動ではなく矩形波のac駆動にすることによって、輝度の低下を抑えることができるという報告がある（文献6：S. A. VanSlyke, C. H. Chen, and C. W. Tang, "Organic electroluminescent devices with improved stability", Applied Physics Letters, Vol. 69, No. 15, 2160-2162 (1996)）。このことは、正孔注入層の挿入およびac駆動によって、チャージの蓄積を排除することにより、輝度の低下を抑えることができたという実験的な裏付けと言える。

【0028】以上のことから、積層構造は容易にキャリアの再結合効率を高めることができ、なおかつ機能分離の観点から材料の選択幅を広くできるというメリットを

持つ一方で、有機界面を多数作り出すことによってキャリアの移動を妨げ、駆動電圧や輝度の低下に影響を及ぼしていると言える。

【0029】また、従来の成膜装置では、正孔輸送材料、発光層材料、電子輸送材料等を真空蒸着により積層する際に、それぞれの材料がコンタミネーションしないようにするために別々のチャンバーに蒸発源を設けて層毎に異なるチャンバーで成膜が行われているが、このような装置では、上述したような積層構造を形成する場合には、有機界面が明確に分かれるばかりでなく、基板が

チャンバー間を移動する際に有機界面に水や酸素といった不純物が混入されるという問題がある。

【0030】そこで本発明では、従来用いられている積層構造とは異なる概念により、有機化合物膜中に存在するエネルギー障壁を緩和してキャリアの移動性を高めると同時に、なおかつ積層構造の機能分離と同様に各種複数の材料の機能を有する素子を作製する成膜装置を提供する。また、これらの成膜装置を用いた成膜方法を提供することを課題とする。

【0031】

【課題を解決するための手段】積層構造におけるエネルギー障壁の緩和に関しては、文献5に見られるようなキャリア注入層の挿入という技術に顕著に見られる。つまり、エネルギー障壁の大きい積層構造の界面において、そのエネルギー障壁を緩和する材料を挿入することにより、エネルギー障壁を階段状に設計することができる。

【0032】これにより電極からのキャリア注入性を高め、確かに駆動電圧をある程度までは下げることができる。しかしながら問題点は、層の数を増やすことによって、有機界面の数は逆に増加することである。このことが、文献4で示されているように、単層構造の方が駆動電圧・パワー効率のトップデータを保持している原因であると考えられる。

【0033】逆に言えば、この点を克服することにより、積層構造のメリット（様々な材料を組み合わせることができ、複雑な分子設計が必要ない）を活かしつつ、なおかつ単層構造の駆動電圧・パワー効率に追いつくことができる。

【0034】そこで本発明において、図1のように発光素子の陽極101と陰極102の間に複数の機能領域からなる有機化合物膜103が形成される場合、従来の明確な界面が存在する積層構造（図1(A)）ではなく、第一の機能領域104と第二の機能領域105との間に、第一の機能領域104を構成する材料および第二の機能領域105を構成する材料の両方からなる混合領域106を有する構造（図1(B)）を形成する。

【0035】図1(B)に示されるような構造を適用することで、機能領域間に存在するエネルギー障壁は図1(A)に示される従来の構造に比較して低減され、キャリアの注入性が向上すると考えられる。具体的には、図1(A)の構造におけるエネルギーバンド図は図1(C)に示すとおりであるが、図1(B)に示すような機能領域間に混合領域を設ける構造を形成した場合には、エネルギーバンド図は、図1(D)のようになる。すなわち機能領域間におけるエネルギー障壁は、混合領域を形成することにより緩和される。したがって、駆動電圧の低減、および輝度低下の防止が可能となる。

【0036】以上のことから、本発明における成膜装置では、第一の有機化合物が機能を発現できる領域（第一の機能領域）と、前記第一の機能領域を構成する物質とは異なる第二の有機化合物が機能を発現できる領域（第二の機能領域）と、を少なくとも含む発光素子、及びこれを有する発光装置の作製において、前記第一の機能領域と前記第二の機能領域との間に、前記第一の機能領域を構成する有機化合物と前記第二の機能領域を構成する有機化合物、とからなる混合領域を作製することを特徴とする。

【0037】なお、第一の有機化合物および第二の有機化合物は、陽極から正孔を受け取る正孔注入性、電子移動度よりも正孔移動度の方が大きい正孔輸送性、正孔移動度よりも電子移動度の方が大きい電子輸送性、陰極から電子を受け取る電子注入性、正孔または電子の移動を阻止しうるブロッキング性、発光を呈する発光性、の一群から選ばれる性質を有し、かつ、それぞれ異なる前記性質を有する。

【0038】なお、正孔注入性の高い有機化合物としては、フタロシアニン系の化合物が好ましく、正孔輸送性の高い有機化合物としては、芳香族ジアミン化合物が好ましく、また、電子輸送性の高い有機化合物としては、キノリン骨格を含む金属錯体、ベンゾキノリン骨格を含む金属錯体、またはオキサジアゾール誘導体、またはトリアゾール誘導体、またはフェナントロリン誘導体が好ましい。さらに、発光を呈する有機化合物としては、安定に発光するキノリン骨格を含む金属錯体、またはベンゾオキサゾール骨格を含む金属錯体、またはベンゾチアゾール骨格を含む金属錯体が好ましい。

【0039】上で述べた第一の機能領域および第二の機能領域の組み合わせを、表1に示す。組み合わせA～Eは、単独で導入してもよい（例えばAのみ）し、複合して導入してもよい（例えばAとBの両方）。

【0040】

【表1】

| 組み合わせ | 第1の機能領域 | 第2の機能領域 |
|-------|---------|---------|
| A | 正孔注入性 | 正孔輸送性 |
| B | 電子注入性 | 電子輸送性 |
| C | 正孔輸送性 | 発光性 |
| D | 電子輸送性 | 発光性 |
| E | 電子輸送性 | ブロッキング性 |

【0041】また、組み合わせCとDを複合して導入する場合（すなわち、発光性の機能領域の両界面に混合領域を導入する場合）、発光性領域で形成された分子励起子の拡散を防ぐことで、さらに発光効率を高めることができる。したがって、発光性領域の励起エネルギーは、正孔性領域の励起エネルギーおよび電子輸送性領域の励起エネルギーよりも低いことが好ましい。この場合、キャリア輸送性に乏しい発光材料も発光性領域として利用できるため、材料の選択幅が広がる利点がある。なお、本明細書中という励起エネルギーとは、分子における最高被占分子軌道（HOMO: highest occupied molecular orbital）と最低空分子軌道（LUMO: lowest unoccupied molecular orbital）とのエネルギー差のことをいう。

【0042】さらに好ましくは、発光性領域を、ホスト材料と、ホスト材料よりも励起エネルギーが低い発光材料（ドーパント）とで構成し、ドーパントの励起エネルギーが、正孔輸送性領域の励起エネルギーおよび電子輸送層の励起エネルギーよりも低くなるように設計することである。このことにより、ドーパントの分子励起子の拡散を防ぎ、効果的にドーパントを発光させることができる。また、ドーパントがキャリアトラップ型の材料であれば、キャリアの再結合効率も高めることができる。

【0043】ところで近年、発光効率の観点で言えば、三重項励起状態から基底状態に戻る際に放出されるエネルギー（以下、「三重項励起エネルギー」と記す）を発光に変換できる有機発光素子が、その高い発光効率ゆえに注目されている（文献7: D. F. O'Brien, M. A. Baldo, M. E. Thompson and S. R. Forrest, "Improved energy transfer in electrophosphorescent devices", Applied Physics Letters, vol. 74, No. 3, 442-444 (1999)）（文献8: Tetsuo TSUTSUI, Moon-Jae YANG, Masayuki YAHIRO, Kenji NAKAMURA, Teruichi WATANABE, Taishi TSUJI, Yoshinori FUKUDA, Takeo WAKIMOTO and Satoshi MIYAGUCHI, "High Quantum Efficiency in Organic Light-Emitting Devices with Iridium-Complex as a Triplet Emissive Center", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 38, L1502-L1504 (1999)）。

【0044】文献7では白金を中心金属とする金属錯体を用いて、文献8ではイリジウムを中心金属とする金属錯体を用いている。これらの三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機発光素子（以下、「三重項発光素子」と記す）は、従来よりも高輝度発光・高発光効率を達成することができる。

【0045】しかしながら、文献8の報告例によると、初期輝度を500cd/m²に設定した場合の輝度の半減期は170時間程度であり、素子寿命に問題がある。そこで、本発明を三重項発光素子に適用することにより、三重項励起状態からの発光による高輝度発光・高発光効率に加え、素子の寿命も長いという非常に高機能な発光素子が可能となる。

【0046】したがって、三重項励起エネルギーを発光に変換できる材料をドーパントとして混合領域に添加した場合も本発明に含めることとする。また、混合領域の形成においては、混合領域に濃度勾配をもたせてもよい。

【0047】本発明の成膜装置では、複数の蒸発源を有する同一の成膜室において、複数の機能領域を形成し、かつ上述したような混合領域を有する発光素子を形成することを特徴とする。

【0048】本発明の成膜装置が有する成膜室210について図2を用いて説明する。図2に示すように基板200の下方には、ホルダ201に固定されたメタルマスク202が備えられており、さらにその下方には、蒸発源203（203a～203c）が設けられている。蒸発源203（203a～203c）は、有機化合物膜を形成する有機化合物204（204a～204c）と、これが備えられている材料室205（205a～205c）と、シャッター206（206a～206c）とで構成されている。なお、本発明の成膜装置において、膜が均一に成膜されるように、蒸発源、または、蒸着される基板が移動（回転）するようにしておくことと良い。

【0049】また、材料室205（205a～205c）は、導電性の金属材料からなり、具体的には、図17に示す構造を有する。なお、材料室205（205a～205c）に電圧が印加された際に生じる抵抗により内部の有機化合物204（204a～204c）が加熱されると、気化して基板200の表面へ蒸着される。なお、基板200の表面とは本明細書中では、基板とその上に形成された薄膜も含むこととし、ここでは、基板上に陽極が形成されている。

【0050】なお、シャッター206（206a～206c）は、気化した有機化合物204（204a～204c）の蒸着を制御する。つまり、シャッターが開いているとき、加熱により気化した有機化合物204（204a～204c）を蒸着することができる。

【0051】なお、有機化合物204（204a～204c）は、蒸着前から加熱して気化させておき、蒸着時

にシャッター 2 0 6 (2 0 6 a ~ 2 0 6 c) を開ければすぐに蒸着ができるようにしておくと、成膜時間を短縮できるので望ましい。

【 0 0 5 2 】 また、本発明における成膜装置においては、一つの成膜室において複数の機能領域を有する有機化合物膜が形成されるようになっており、蒸発源 2 0 3 (2 0 3 a ~ 2 0 3 c) もそれに応じて複数設けられている。それぞれの蒸発源 2 0 3 (2 0 3 a ~ 2 0 3 c) において気化された有機化合物は、上方に飛散し、メタルマスク 2 0 2 に設けられた開口部 (図示せず) を通って基板 2 0 0 に蒸着される。

【 0 0 5 3 】 はじめに、第一の材料室 2 0 5 a に備えられている、第一の有機化合物 2 0 4 a が蒸着される。なお、第一の有機化合物 2 0 4 a は予め抵抗加熱により気化されており、蒸着時にシャッター 2 0 6 a が開くことにより基板 2 0 0 の方向へ飛散する。これにより、図 2 (B) に示す第一の機能領域 2 1 0 を形成することができる。

【 0 0 5 4 】 そして、第一の有機化合物 2 0 4 a を蒸着したまま、シャッター 2 0 6 b を開け、第二の材料室 2 0 5 b に備えられている、第二の有機化合物 2 0 4 b を蒸着する。なお、第二の有機化合物も予め抵抗加熱により気化されており、蒸着時にシャッター 2 0 6 b が開くことにより基板 2 0 0 の方向へ飛散する。ここで、第一の有機化合物 2 0 4 a と第二の有機化合物 2 0 4 b とからなる第一の混合領域 2 1 1 を形成することができる。

【 0 0 5 5 】 そして、しばらくしてからシャッター 2 0 6 a のみを閉じ、第二の有機化合物 2 0 4 b を蒸着する。これにより、第二の機能領域 2 1 2 を形成することができる。

【 0 0 5 6 】 なお、ここでは、二種類の有機化合物を同時に蒸着することにより、混合領域を形成する方法を示したが、第一の有機化合物を蒸着した後、その蒸着雰囲気下で第二の有機化合物を蒸着することにより、第一の機能領域と第二の機能領域との間に混合領域を形成することもできる。

【 0 0 5 7 】 次に、第二の有機化合物 2 0 4 b を蒸着したまま、シャッター 2 0 6 c を開け、第三の材料室 2 0 5 c に備えられている、第三の有機化合物 2 0 4 c を蒸着する。なお、第三の有機化合物 2 0 4 c も予め抵抗加熱により気化されており、蒸着時にシャッター 2 0 6 c が開くことにより基板 2 0 0 の方向へ飛散する。ここで、第二の有機化合物 2 0 4 b と第三の有機化合物 2 0 4 c とからなる第二の混合領域 2 1 3 を形成することができる。

【 0 0 5 8 】 そして、しばらくしてからシャッター 2 0 6 b のみを閉じ、第三の有機化合物 2 0 4 c を蒸着する。これにより、第三の機能領域 2 1 4 を形成することができる。

【 0 0 5 9 】 最後に、陰極を形成することにより本発明

の成膜装置により形成される発光素子が完成する。

【 0 0 6 0 】 さらに、その他の有機化合物膜としては、図 2 (C) に示すように、第一の有機化合物 2 0 4 a を用いて第一の機能領域 2 2 0 を形成した後、第一の有機化合物 2 0 4 a と第二の有機化合物 2 0 4 b とからなる第一の混合領域 2 2 1 を形成し、さらに、第二の有機化合物 2 0 4 b を用いて第二の機能領域 2 2 2 を形成する。そして、第二の機能領域 2 2 2 を形成する途中で、一時的にシャッター 2 0 6 c を開いて第三の有機化合物 2 0 4 c の蒸着を同時に行うことにより、第二の混合領域 2 2 3 を形成する。

【 0 0 6 1 】 しばらくして、シャッター 2 0 6 c を閉じることにより、再び第二の機能領域 2 2 2 を形成する。そして、陰極を形成することにより発光素子が形成される。

【 0 0 6 2 】 なお、本発明の成膜装置では、同一の成膜室内で複数の材料室を用いて成膜が行われることから、成膜性を向上させるために、成膜に用いられる有機材料が備えられている材料室が成膜時に基板の下最適な位置に移動するか、若しくは基板が材料室上の最適な位置に移動するような機能を設けても良い。

【 0 0 6 3 】 さらに、本発明の成膜室には、蒸着時に有機化合物が成膜室内壁に付着することを防止するための防着シールド 2 0 7 が設けられている。この防着シールド 2 0 7 を設けることにより、基板上に蒸着されなかった有機化合物を付着させることができる。また、防着シールド 2 0 7 の周囲には、ヒーター 2 0 8 が接して設けられており、ヒーター 2 0 8 により、防着シールド 2 0 7 全体を加熱することができる。なお、防着シールド 2 0 7 を加熱することにより、付着した有機化合物を気化させることができる。これにより成膜室内のクリーニングを行うことが可能である。

【 0 0 6 4 】 以上のような有機化合物膜を形成することができる本発明の成膜装置は、同一の成膜室において複数の機能領域を有する有機化合物膜を形成することができるので、機能領域界面が不純物により汚染されことなく、また、機能領域界面に混合領域を形成することができる。以上により、明瞭な積層構造を示すことなく

(すなわち、明確な有機界面がなく) 、かつ、複数の機能を備えた発光素子を作製することができる。

【 0 0 6 5 】

【 発明の実施の形態 】 本発明における成膜装置の構成について図 3 を用いて説明する。図 3 (A) は、成膜装置の上面図であり、図 3 (B) は断面図である。なお、共通の部分には、共通の符号を用いることとする。また、本実施の形態においては、3つの成膜室を有するインライン方式の成膜装置の各成膜室において、三種類の有機化合物膜 (赤、緑、青) を形成する例を示す。

【 0 0 6 6 】 図 3 (A) において、3 0 0 はロード室であり、ロード室に備えられた基板は、第一のアライメン

ト室301に搬送される。なお、第一のアライメント室301では、予めホルダ302に固定されているメタルマスク303のアライメントがホルダごと行われており、アライメントが終了したメタルマスク303上に発光素子を形成する一方の電極（ここでは、陽極）が形成された蒸着前の基板304が載せられる。これにより、基板304とメタルマスク303は一体となり、第一の成膜室305に搬送される。

【0067】ここで、メタルマスク303と基板304とを固定するホルダ302の位置関係について図4を用いて説明する。なお、図3と同一のものについては、同一の符号を用いる。

【0068】図4（A）には、断面構造を示す。ホルダ302は、マスクホルダ401、軸402、基板ホルダ403、制御機構404及び補助ピン405で構成されている。なお、マスクホルダ401上の突起406に合わせてメタルマスク303が固定され、メタルマスク303上に基板304が載せられている。なお、メタルマスク303上の基板304は、補助ピン405により固定されている。

【0069】図4（A）の領域407における上面図を図4（B）に示す。なお、基板304は、図4（A）または図4（B）に示すように基板ホルダ403により固定されている。

【0070】さらに、図4（B）をB-B'で切ったときの断面図を図4（C）に示す。図4（C）に示すメタルマスク303の位置が成膜時のものであるとすると、軸402をZ軸方向に移動させた図4（D）に示すメタルマスク303の位置がアライメント時のものである。

【0071】図4（D）の時には、軸402は、X軸、Y軸、Z軸方向への移動が可能であり、さらに、X-Y平面のZ軸に対する傾き（ θ ）の移動も可能である。なお、制御機構404は、CCDカメラにより得られた位置情報と予め入力されている位置情報から移動情報出力するため、制御機構404と接続された軸402を介してマスクホルダの位置を所定の位置に合わせることができる。

【0072】なお、メタルマスク303の領域408における拡大図を図4（E）に示す。ここで用いるメタルマスク303は、異なる材料を用いて形成されるマスクa409とマスクb410からなる。なお、蒸着時には、これらの開口部411を通過した有機化合物が基板上に成膜される。これらの形状はマスクを用いて蒸着した際の成膜精度を向上させる様に工夫されており、基板304とマスクb410が接するようにして用いる。

【0073】メタルマスク303のアライメントが終了したところで、Z軸方向に軸を移動させてメタルマスク303を再び図4（C）の位置に移動させ、補助ピン405でメタルマスク303と基板304を固定させることにより、メタルマスク303のアライメントおよびメ

タルマスク303と基板304の位置合わせを完了させることができる。

【0074】なお、本実施の形態において、メタルマスク303の開口部は長方形、楕円形、もしくは線状でも良いし、また、これらがマトリクス状の配列であってもデルタ配列であっても良い。

【0075】図3における、第一の成膜室305には、複数の蒸発源306が設けられている。なお、蒸発源306は、有機化合物を備えておく材料室（図示せず）と材料室において気化した有機化合物が材料室の外に飛散するのを開閉により制御するシャッター（図示せず）により構成されている。

【0076】また、第一の成膜室305に備えられている複数の蒸発源306には、発光素子の有機化合物膜を構成する複数の異なった機能を有する有機化合物がそれぞれ備えられている。なお、ここでいう有機化合物とは、陽極から正孔を受け取る正孔注入性、電子移動度よりも正孔移動度の方が大きい正孔輸送性、正孔移動度よりも電子移動度の方が大きい電子輸送性、陰極から電子を受け取る電子注入性、正孔または電子の移動を阻止しうるブロッキング性、発光を呈する発光性、といった性質を有する有機化合物である。

【0077】なお、正孔注入性の高い有機化合物としては、フタロシアニン系の化合物が好ましく、正孔輸送性の高い有機化合物としては、芳香族ジアミン化合物が好ましく、また、電子輸送性の高い有機化合物としては、ベンゾキノリン骨格を含む金属錯体、またはオキサジアゾール誘導体、またはトリアゾール誘導体、またはフェナントロリン誘導体が好ましい。さらに、発光を呈する有機化合物としては、安定に発光するキノリン骨格を含む金属錯体、またはベンゾオキサゾール骨格を含む金属錯体、またはベンゾチアゾール骨格を含む金属錯体が好ましい。

【0078】第一の成膜室305では、これらの蒸発源に備えられている有機化合物を図2で説明した方法により順番に蒸着することで複数の機能領域、および混合領域を有する第一の有機化合物膜（ここでは、赤）が形成される。

【0079】次に、基板304は第二のアライメント室307へ搬送される。第二のアライメント室307において、基板304とメタルマスク303を一度離してから、第二の有機化合物膜を成膜する位置に合うようにメタルマスク303のアライメントを行う。そして、アライメント終了後に再び基板304とメタルマスク303を重ねて固定する。

【0080】そして、基板304を第二の成膜室308へ搬送する。第二の成膜室にも同様に複数の蒸発源が備えられており、第一の成膜室305と同様に複数の有機化合物を順番に用いて蒸着することにより、複数の機能領域、および混合領域を有する第二の有機化合物膜（こ

ここでは、緑)が形成される。

【0081】さらに、基板304を第三のアライメント室309へ搬送する。第三のアライメント室309において、基板304とメタルマスク303を一度離してから、第三の有機化合物膜を成膜する位置に合うようにメタルマスク303のアライメントを行う。アライメント終了後に再び基板304とメタルマスク303を重ねて固定する。

【0082】そして、基板304を第三の成膜室310へ搬送する。第三の成膜室にも同様に複数の蒸発源が備えられており、他の成膜室と同様に複数の有機化合物を順番に用いて蒸着することにより、複数の機能領域、および混合領域を有する第三の有機化合物膜(ここでは、青)が形成される。

【0083】最後に、基板304は、アンロード室311に搬送され、成膜装置の外部に取り出される。

【0084】このように、異なる有機化合物膜を形成するたびにアライメント室においてメタルマスク303のアライメントを行うことにより、同一装置内で、複数の有機化合物膜を形成することができる。このように、一つの有機化合物膜を形成する機能領域は同一の成膜室において成膜されるため、機能領域の間における不純物汚染を避けることができる。さらに本成膜装置において、異なる機能領域の間に混合領域を形成することが可能であるため、明瞭な積層構造を示すことなく複数の機能を有する発光素子を作製することができる。

【0085】なお、本実施の形態においては、有機化合物膜の形成までを行う装置について示したが、本発明の成膜装置はこの構成に限られることはなく、有機化合物膜上に形成される陰極を形成する成膜室や、発光素子を封止することが可能である処理室が設けられる構成であっても良い。また、赤、緑、青色の発光を示す有機化合物膜が成膜される順番は、どのような順番であっても良い。

【0086】さらに、本実施の形態において示した、アライメント室および成膜室をクリーニングするための手段を設けても良い。なお、図3の領域312において、このような手段を設ける場合には、図14に示すようなクリーニング予備室313を設けることができる。

【0087】クリーニング予備室313において、 NF_3 、 CF_4 といった反応性のガスを分解してラジカルを発生させ、これを第二のアライメント室307に導入することにより、第二のアライメント室307でのクリーニングが可能となる。なお、第二のアライメント室307に予め使用済みのメタルマスクを備えておくことにより、メタルマスクのクリーニングを行うことができる。また、ラジカルを第二の成膜室308に導入することにより第二の成膜室308の内部をクリーニングすることもできる。なお、第二のアライメント室307及び第二の成膜室308には、クリーニング予備室313が、そ

れぞれゲート(図示せず)を介して連結されており、ラジカルを導入する際にゲートが開くようにしておけばよい。

【0088】

【実施例】〔実施例1〕本発明の成膜装置をインライン方式とした場合について図5を用いて説明する。図5において501はロード室であり、基板の搬送はここから行われる。なお、本実施例において基板とは、基板上に発光素子の一方の電極である陽極もしくは陰極まで(本実施例では陽極まで)形成されたもののことをいう。また、ロード室501には排気系500aが備えられ、排気系500aは第1バルブ51、ターボ分子ポンプ52、第2バルブ53、第3バルブ54及びドライポンプ55を含んだ構成からなっている。

【0089】また、本実施例において、ゲートで遮断されたロード室、アライメント室、成膜室、封止室及びアンロード室等の各処理室の内部に用いる材料としては、その表面積を小さくすることで酸素や水等の不純物の吸着性を小さくすることができるので、電解研磨を施して鏡面化させたアルミニウムやステンレス(SUS)等の材料を内部壁面に用い、また、気孔がきわめて少なくなるように処理されたセラミックス等の材料からなる内部部材を用いる。なお、これらの材料は中心平均粗さが30Å以下となるような表面平滑性を有する。

【0090】第1バルブ51は、ゲート弁を有するメインバルブであるが、コンダクタンスバルブを兼ねてバタフライバルブを用いる場合もある。第2バルブ53および第3バルブ54はフォアバルブであり、まず第2バルブ53を開けてドライポンプ55によりロード室501を粗く減圧し、次に第1バルブ51及び第3バルブ54を空けてターボ分子ポンプ52でロード室501を高真空まで減圧する。なお、ターボ分子ポンプの代わりにメカニカルブースターポンプを用いても良いし、メカニカルブースターポンプで真空度を高めてからターボ分子ポンプを用いても良い。

【0091】次に、502で示されるのはアライメント室である。ここでは、次に搬送される成膜室での成膜のためにメタルマスクのアライメントとメタルマスク上への基板の配置が行われ、アライメント室(A)502と呼ぶ。なお、ここでのアライメントの方法については、図4で説明した方法で行えばよい。なお、アライメント室(A)502は排気系500bを備えている。また、ロード室501とは図示しないゲートで密閉遮断されている。

【0092】さらに、アライメント室(A)502は、クリーニング予備室513aを設けており、 NF_3 や CF_4 といった反応性のガスを分解してラジカルを発生させ、これをアライメント室(A)502に導入することにより、アライメント室(A)502でのクリーニングが可能となる。なお、アライメント室(A)502に予

め使用済みのメタルマスクを備えておくことにより、メタルマスクのクリーニングを行うことができる。

【0093】次に、503は蒸着法により第一の有機化合物膜を成膜するための成膜室であり、成膜室(A)と呼ぶ。成膜室(A)503は排気系500cを備えている。また、アライメント室(A)502とは図示しないゲートで密閉遮断されている。

【0094】また、成膜室(A)503は、アライメント室(A)502と同様にクリーニング予備室513bを設けている。なお、ここでは NF_3 や CF_4 といった反

応性のガスを分解することにより発生させたラジカルを成膜室(A)503に導入することにより成膜室(A)503の内部をクリーニングすることができる。

【0095】本実施例では成膜室(A)503として図2に示した構造の成膜室を設け、赤色の発光を示す第一の有機化合物膜を成膜する。また、蒸発源としては、正孔注入性の有機化合物を備えた第一の蒸発源と、正孔輸送性の有機化合物を備えた第二の蒸発源と、発光性を有する有機化合物のホストとなる正孔輸送性の有機化合物を備えた第三の蒸発源と、発光性を有する有機化合物を備えた第四の蒸発源と、ブロッキング性を有する有機化合物を備えた第五の蒸発源と、電子輸送性の有機化合物を備えた第六の蒸発源が備えられている。

【0096】また、本実施例においては、第一の蒸発源に備える正孔注入性の有機化合物として、銅フタロシアニン(以下、Cu-Pcと示す)、第二の蒸発源に備える正孔輸送性の有機化合物として、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニル-アミノ]-ビフェニル(以下、 α -NPDと示す)、第三の蒸発源に備えるホストとなる有機化合物(以下、ホスト材料という)として、4,4'-ジカルバゾール-ビフェニル(以下、CBPと示す)、第四の蒸発源に備える発光性の有機化合物として、2,3,7,8,12,13,17,18-オクタエチル-21H,23H-ポルフィリン-白金(以下、PtOEPと示す)、第五の蒸発源に備えるブロッキング性の有機化合物として、バソキュプロイン(以下、BCPと示す)、第六の蒸発源に備える電子輸送性の有機化合物として、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(以下、Alq₃と示す)を用いる。

【0097】なお、これらの有機化合物を順に蒸着していくことにより、陽極上に正孔注入性、正孔輸送性、発光性、および電子輸送性の機能を有する領域からなる有機化合物膜を形成することができる。

【0098】また、本実施例においては、異なる機能領域の界面には、両方の機能領域を形成する有機化合物を同時に蒸着することにより混合領域を形成する。つまり、正孔注入性領域と正孔輸送性領域との界面、正孔輸送性領域と発光性領域を含む電子輸送性領域の界面にそれぞれ混合領域を形成している。

【0099】具体的には、Cu-Pcを15nmの膜厚

に成膜して第一の機能領域を形成した後、Cu-Pcと α -NPDとを同時に蒸着することにより5~10nmの膜厚で第一の混合領域を形成し、 α -NPDを40nmの膜厚で成膜して第二の機能領域を形成し、 α -NPD、CBPを同時に蒸着することにより5~10nmの膜厚で第二の混合領域を形成した後、CBPを25~40nmの膜厚で成膜して、第三の機能領域を形成するが、第三の機能領域形成時にCBPとPtOEPとを同時に蒸着することにより、第三の機能領域全体、若しくは一部に第三の混合領域を形成する。なお、ここでは、第三の混合領域が発光性を有する。さらに、CBPとBCPを5~10nmの膜厚で同時に蒸着することにより第四の混合領域を形成する。また、BCPを8nmの膜厚で成膜することにより、第四の機能領域を形成する。さらに、BCPとAlq₃を5~10nmの膜厚で同時に蒸着することにより第五の混合領域を形成する。最後にAlq₃を25nmの膜厚で形成することにより、第五の機能領域を形成することができ、以上により、第一の有機化合物膜を形成する。

【0100】なお、ここでは第一の有機化合物膜として、6種類の機能の異なる有機化合物を6つの蒸発源にそれぞれ備えておき、これらを蒸着して有機化合物膜を形成する場合について説明したが、本発明は、これに限られることなく複数であればよい。また、一つの蒸発源に備えられる有機化合物は必ずしも一つである必要はなく、複数であっても良い。例えば、蒸発源に発光性の有機化合物として備えられている一種の材料の他に、ドーパントとなりうる別の有機化合物と一緒に備えていても良い。なお、これらの複数の機能を有し、赤色発光を示す有機化合物膜を形成する有機化合物としては公知の材料を用いれば良い。

【0101】なお、蒸発源は、マイクロコンピュータによりその成膜速度を制御できるようにしておくとも良い。また、これにより、同時に複数の有機化合物を成膜する際の混合比率を制御することができるようにしておくとも良い。

【0102】次に、506で示されるのはアライメント室である。ここでは、次に搬送される成膜室での成膜のためにメタルマスクのアライメントとメタルマスク上への基板の配置が行われ、アライメント室(B)506と呼ぶ。なお、ここでのアライメントの方法については、図4で説明した方法で行えばよい。なお、アライメント室(B)506は排気系500dを備えている。また、成膜室(A)503とは図示しないゲートで密閉遮断されている。さらにアライメント室(A)502と同様に図示しないゲートで密閉遮断されたクリーニング予備室513cを備えている。

【0103】次に、507は蒸着法により第二の有機化合物膜を成膜するための成膜室であり、成膜室(B)と呼ぶ。成膜室(B)507は排気系500eを備えてい

る。また、アライメント室 (B) 506 とは図示しないゲートで密閉遮断されている。さらに成膜室 (A) 503 と同様に図示しないゲートで密閉遮断されたクリーニング予備室 513d を備えている。

【0104】本実施例では成膜室 (B) 507 として図 2 に示した構造の成膜室を設け、緑色の発光を示す第二の有機化合物膜を成膜する。また、蒸発源としては、正孔注入性の有機化合物を備えた第一の蒸発源と、正孔輸送性の有機化合物を備えた第二の蒸発源と第三の蒸発源、正孔輸送性のホスト材料を備えた第四の蒸発源と、発光性の有機化合物を備えた第五の蒸発源と、ブロッキング性を有する有機化合物を備えた第六の蒸発源と、電子輸送性の有機化合物を備えた第七の蒸発源が備えられている。

【0105】また、本実施例においては、第一の蒸発源に備える正孔注入性の有機化合物として、Cu-Pc、第二の蒸発源に備える正孔輸送性の有機化合物として、MTDATA、第三の蒸発源に備える正孔輸送性の有機化合物として、 α -NPD、第四の蒸発源に備える正孔輸送性のホスト材料として CBP、第五の蒸発源に備える発光性の有機化合物としてトリス (2-フェニルピリジン) イリジウム (Ir (ppy)₃)、第六の蒸発源に備えるブロッキング性の有機化合物として、BCP、第七の蒸発源に備える電子輸送性の有機化合物として、Alq₃ を用いる。

【0106】なお、これらの有機化合物を順に蒸着していくことにより、陽極上に正孔輸送性、発光性、ブロッキング性、および電子輸送性の機能を有する領域からなる第二の有機化合物膜を形成することができる。

【0107】また、本実施例においては、異なる機能領域の界面には、両方の機能領域を形成する有機化合物を同時に蒸着することにより混合領域を形成する。つまり、正孔輸送性領域とブロッキング性領域との界面、ブロッキング性領域と電子輸送性領域の界面にそれぞれ混合領域を形成している。

【0108】具体的には、Cu-Pc を 10 nm の膜厚に成膜して第一の機能領域を形成した後、Cu-Pc と MTDATA とを同時に蒸着することにより 5 ~ 10 nm の膜厚で第一の混合領域を形成し、MTDATA を 20 nm の膜厚に成膜して、第二の機能領域を形成し、MTDATA と α -NPD とを同時に蒸着することにより 5 ~ 10 nm の膜厚で第二の混合領域を形成し、 α -NPD を 10 nm の膜厚に成膜して、第三の機能領域を形成し、 α -NPD と CBP とを同時に蒸着することにより 5 ~ 10 nm の膜厚で第三の混合領域を形成し、CBP を 20 ~ 40 nm の膜厚に成膜して、第四の機能領域を形成し、第四の機能領域を形成する際にその一部または全体に (Ir (ppy)₃) を同時に蒸着することにより第四の混合領域を形成し、CBP と BCP を同時に蒸着することにより 5 ~ 10 nm の膜厚で第五の混合領

域を形成し、BCP を 10 nm の膜厚に成膜して第五の機能領域を形成し、BCP と Alq₃ を同時に蒸着することにより 5 ~ 10 nm の膜厚で第六の混合領域を形成し、最後に Alq₃ を 40 nm の膜厚で形成することにより、第六の機能領域を形成し、第二の有機化合物膜を形成する。

【0109】なお、ここでは第二の有機化合物膜として、機能の異なる有機化合物を 7 つの蒸発源にそれぞれ備えておき、これらを蒸着して有機化合物膜を形成する場合について説明したが、本発明は、これに限られることなく複数であればよい。なお、これらの複数の機能を有し、緑色発光を示す有機化合物膜を形成する有機化合物としては公知の材料を用いれば良い。

【0110】次に、508 で示されるのはアライメント室である。ここでは、次に搬送される成膜室での成膜のためにメタルマスクのアライメントとメタルマスク上への基板の配置が行われ、アライメント室 (C) 508 と呼ぶ。なお、ここでのアライメントの方法については、図 4 で説明した方法で行えばよい。なお、アライメント室 (C) 508 は排気系 500f を備えている。また、成膜室 (B) 507 とは図示しないゲートで密閉遮断されている。さらにアライメント室 (A) 502 と同様に図示しないゲートで密閉遮断されたクリーニング予備室 513e を備えている。

【0111】次に、509 は蒸着法により第三の有機化合物膜を成膜するための成膜室であり、成膜室 (C) と呼ぶ。成膜室 (C) 509 は排気系 500g を備えている。また、アライメント室 (C) 508 とは図示しないゲートで密閉遮断されている。さらに成膜室 (A) 503 と同様に図示しないゲートで密閉遮断されたクリーニング予備室 513f を備えている。

【0112】本実施例では成膜室 (C) 509 として図 2 に示した構造の成膜室を設け、青色発光を示す第三の有機化合物膜を成膜する。また、蒸発源としては、正孔注入性の有機化合物を備えた第一の蒸発源と、発光性を有する有機化合物を備えた第二の蒸発源と、ブロッキング性を有する有機化合物を備えた第三の蒸発源と、電子輸送性の有機化合物を備えた第四の蒸発源が備えられている。

【0113】また、本実施例においては、第一の蒸発源に備える正孔注入性の有機化合物として、Cu-Pc、第二の蒸発源に備える発光性の有機化合物として、 α -NPD、第三の蒸発源に備えるブロッキング性の有機化合物として、BCP、第四の蒸発源に備える電子輸送性の有機化合物として、Alq₃ を用いる。

【0114】なお、これらの有機化合物を順に蒸着していくことにより、陽極上に正孔注入性、発光性、ブロッキング性および電子輸送性の機能を有する領域からなる第三の有機化合物膜を形成することができる。

【0115】また、本実施例においては、異なる機能領

域の界面には、両方の機能領域を形成する有機化合物を同時に蒸着することにより混合領域を形成する。つまり、正孔注入性領域と発光性領域の界面、および発光性領域とブロッキング性領域との界面、ブロッキング性領域と電子輸送性領域との界面、にそれぞれ混合領域を形成している。

【0116】具体的には、Cu-Pcを20nmの膜厚に成膜して第一の機能領域を形成した後、Cu-Pcと α -NPDとを同時に蒸着することにより5~10nmの膜厚で第一の混合領域を形成し、 α -NPDを40nmの膜厚で成膜して第二の機能領域を形成し、 α -NPDとBCPを同時に蒸着することにより5~10nmの膜厚で第二の混合領域を形成し、BCPを10nmの膜厚に成膜して第三の機能領域を形成し、BCPとAlq₃を同時に蒸着することにより5~10nmの膜厚で第三の混合領域を形成し、最後にAlq₃を40nmの膜厚で形成することにより、第三の有機化合物膜を形成する。

【0117】なお、ここでは第三の有機化合物膜として、4種類の機能の異なる有機化合物を4つの蒸発源にそれぞれ備えておき、これらを順に蒸着して有機化合物膜を形成する場合について説明したが、本発明は、これに限られることなく複数であればよい。また、一つの蒸発源に備えられる有機化合物は必ずしも一つである必要はなく、複数であってもよい。例えば、蒸発源に発光性の有機化合物として備えられている一種の材料の他に、ドーパントとなりうる別の有機化合物と一緒に備えておいてもよい。なお、これらの複数の機能を有し、青色発光を示す有機化合物膜を形成する有機化合物としては公知の材料を用いればよい。

【0118】また、本実施例においては、第一の成膜室である成膜室(A)503において、赤色の発光を示す有機化合物膜を形成し、第二の成膜室である成膜室

(B)507において、緑色の発光を示す有機化合物膜を形成し、第三の成膜室である成膜室(C)509において、青色の発光を示す有機化合物膜を形成する場合について説明したが、形成される順番はこれに限られることなく、成膜室(A)503、成膜室(B)507、成膜室(C)509において、赤色の発光を示す有機化合物膜、緑色の発光を示す有機化合物膜、青色の発光を示す有機化合物膜のいずれかが形成されればよい。さらに、もう一つ成膜室を設けて白色発光を示す有機化合物膜を形成されるようにしてもよい。

【0119】次に、510は蒸着法により発光素子の陽極もしくは陰極となる導電膜(本実施例では陰極となる金属膜)を成膜するための成膜室であり、成膜室(D)と呼ぶ。成膜室(D)510は排気系500hを備えている。また、成膜室(C)509とは図示しないゲートで密閉遮断されている。さらに成膜室(A)503と同様に図示しないゲートで密閉遮断されたクリーニング予

備室513gを備えている。

【0120】本実施例では成膜室(D)510として図2に示した構造の成膜室を設けている。従って成膜室(D)510の詳細な動作に関しては、図2の説明を参照すればよい。

【0121】本実施例では、成膜室(D)510において、発光素子の陰極となる導電膜としてAl-Li合金膜(アルミニウムとリチウムとの合金膜)を成膜する。なお、周期表の1族もしくは2族に属する元素とアルミニウムとを共蒸着することも可能である。

【0122】また、ここでCVD室を設けて、窒化珪素膜、酸化珪素膜及びDLC膜等の絶縁膜を発光素子の保護膜(パッシベーション膜)として形成させてもよい。なお、CVD室を設ける場合には、CVD室で用いる材料ガスを予め高純度化するためのガス精製機を設けておくことと良い。

【0123】次に、511は封止室であり、排気系500iを備えている。また、成膜室(D)510とは図示しないゲートで密閉遮断されている。封止室511では、最終的に発光素子を密閉空間に封入するための処理が行われる。この処理は形成された発光素子を酸素や水分から保護するための処理であり、カバー材で機械的に封入する、又は熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂で封入するといった手段を用いる。

【0124】カバー材としては、ガラス、セラミックス、プラスチックもしくは金属を用いることができるが、カバー材側に光を放射させる場合は透光性でなければならない。また、カバー材と上記発光素子が形成された基板とは熱硬化性樹脂又は紫外光硬化性樹脂等のシール材を用いて貼り合わせられ、熱処理又は紫外光照射処理によって樹脂を硬化させて密閉空間を形成する。この密閉空間の中に酸化バリウムに代表される吸湿材を設けることも有効である。

【0125】また、カバー材と発光素子の形成された基板との空間を熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂で充填することも可能である。この場合、熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂の中に酸化バリウムに代表される吸湿材を添加しておくことは有効である。

【0126】図5に示した成膜装置では、封止室511の内部に紫外光を照射するための機構(以下、紫外光照射機構という)が設けられており、この紫外光照射機構から発した紫外光によって紫外光硬化性樹脂を硬化させる構成となっている。

【0127】最後に、512はアンロード室であり、排気系500jを備えている。発光素子が形成された基板はここから取り出される。

【0128】さらに、本実施例で示した成膜装置に、図6で示すような有機化合物を交換できるような機能を設けてもよい。図6において、成膜室601には、基板602が備えられている。そして、基板上に有機化合物膜

を形成するための有機化合物は蒸発源 603 に備えられている。なお、ここで蒸発源 603 は、ゲート 605 を介して基板が備えられている成膜室 601 と分離される材料交換室 604 に備えられている。従って、本実施例では、ゲート 605 を閉じることにより材料交換室 604 は成膜室 601 と分離され、真空状態にある材料交換室 604 の内部を排気系 606 により大気圧に戻してから、これを図 6 (A) に示すように引き出すことで、材料交換室 604 の蒸発源に備えられている有機化合物を追加または、交換することができる。

【0129】そして、有機化合物の追加または交換が終了したら、図 6 (B) に示すように材料交換室 604 を再び元に戻し、排気系 606 により内部を真空状態にして、成膜室内と同じ圧力状態になってから、ゲート 605 を開くことにより、蒸発源 603 から基板 602 への蒸着が可能となる。

【0130】なお、材料交換室 604 には、交換した材料を加熱するヒーターが設けられている。予め材料を加熱することで水等の不純物を除去することができる。この時加える温度は 200℃ 以下であることが望ましい。

【0131】以上のように、図 5 (または図 6) に示した成膜装置を用いることで完全に発光素子を密閉空間に封入するまで外気に晒さずに済むため、信頼性の高い発光装置を作製することが可能となる。

【0132】〔実施例 2〕本発明の成膜装置について図 7 を用いて説明する。図 7 において、701 は搬送室であり、搬送室 701 には搬送機構 (A) 702 が備えられ、基板 703 の搬送が行われる。搬送室 701 は減圧雰囲気とされており、各処理室とはゲートによって連結されている。各処理室への基板の受け渡しは、ゲートを開けた際に搬送機構 (A) 702 によって行われる。また、搬送室 701 を減圧するには、ドライポンプ、メカニカルブースターポンプ、ターボ分子ポンプ (磁気浮上型) もしくはクライオポンプなどの排気ポンプを用いることが可能であるが、より高純度の高真空状態を得るためには磁気浮上型のターボ分子ポンプが好ましい。

【0133】以下に、各処理室についての説明を行う。なお、搬送室 701 は減圧雰囲気となるので、搬送室 701 に直接的に連結された処理室には全て排気ポンプ (図示せず) が備えられている。排気ポンプとしては上述のドライポンプ、メカニカルブースターポンプ、ターボ分子ポンプ (磁気浮上型) もしくはクライオポンプが用いられるが、ここでも磁気浮上型のターボ分子ポンプが好ましい。

【0134】まず、704 は基板のセッティング (設置) を行うロード室である。ロード室 704 はゲート 700a により搬送室 701 と連結され、ここに基板 703 をセットしたキャリア (図示せず) が配置される。なお、ロード室 704 は、素子形成まで終了した基板を封止室への搬送室の役割も兼ねる。なお、ロード室 704

は基板搬入用と基板搬送用とで部屋が区別されていても良い。また、ロード室 704 は上述の排気ポンプと高純度の窒素ガスまたは希ガスを導入するためのパージラインを備えている。なお、排気ポンプとしては、ターボ分子ポンプが望ましい。さらに、このパージラインには、ガス精製機が備えられており、装置内に導入されるガスの不純物 (酸素や水) が予め除去されるようになっている。

【0135】なお、本実施例では基板 703 として、発光素子の陽極となる透明導電膜まで形成した基板を用いる。本実施例では基板 703 を、被成膜面を下向きにしてキャリアにセットする。これは後に蒸着法による成膜を行う際に、フェイスダウン方式 (デポアップ方式ともいう) を行いやすくするためである。フェイスダウン方式とは、基板の被成膜面が下を向いた状態で成膜する方式をいい、この方式によればゴミの付着などを抑えることができる。

【0136】次に、705 で示されるのはメタルマスクのアライメント及び発光素子の陽極もしくは陰極 (本実施例では陽極) まで形成された基板とメタルマスクの位置合わせを行うアライメント室であり、アライメント室 705 はゲート 700b により搬送室 701 と連結される。なお、異なる有機化合物膜を形成するたびにアライメント室においてメタルマスクのアライメント及び基板とメタルマスクの位置合わせが行われる。また、アライメント室 705 には、イメージセンサーとして知られている CCD (Charge Coupled Device) を備えておくことにより、メタルマスクを用いて成膜を行う際に基板とメタルマスクの位置合わせを精度良く行うことを可能にする。なお、メタルマスクのアライメント法については、図 4 を用いればよい。

【0137】さらに、アライメント室 705 には、クリーニング予備室 722a が連結されている。クリーニング予備室 722a の構成は、図 7 (B) に示すとおりである。まず μ 波を発生させる μ 波発振器 731 を有し、ここで発生した μ 波は導波管 732 を通ってプラズマ放電管 733 に送られる。なお、ここで用いる μ 波発振器 731 からは、約 2.45 GHz の μ 波が放射される。また、プラズマ放電管 733 には、ガス導入管 734 から反応性ガスが供給される。なお、ここでは反応性ガスとして、 NF_3 を用いる。但し、 CF_4 や C_2F_6 などの他の反応性ガスを用いても良い。

【0138】そして、プラズマ放電管 733 において反応性ガスが μ 波により分解されてラジカルが発生する。このラジカルは、ガス導入管 734 を通り、ゲート (図示せず) を介して連結されたアライメント室 705 に導入される。なお、プラズマ放電管 733 には、効率よく μ 波を供給するために反射板 735 を設けておくことと良い。

【0139】そして、アライメント室 705 には、有機

化合物膜が付着したメタルマスクを備えておく。そして、クリーニング予備室 722a とアライメント室 705 の間に設けられているゲート（図示せず）を開くことにより、アライメント室 705 にラジカルを導入することができる。これにより、メタルマスクのクリーニングを行うことができる。

【0140】 μ 波プラズマを用いることで、反応性ガスのラジカル化を高い効率で行うことができるため、副生成物等の不純物の発生確率が低い。また、通常のラジカル発生と機構が異なるため、発生したラジカルが加速されることも無く、さらに成膜室内部でラジカルを発生させないことからプラズマによる成膜室内部、また、メタルマスクのダメージを防ぐことができる。

【0141】なお、このような方法を用いてアライメント室をクリーニングするのは好ましい形態の一つであるため、この方法に限られることはない。従って、成膜室内に反応性ガスを導入して、成膜室内でプラズマを発生させてドライクリーニングを行っても良いし、Ar ガス等を導入してスパッタ法による物理的なクリーニングを行っても良い。

【0142】次に、706 は蒸着法により有機化合物膜を成膜するための成膜室であり、成膜室（A）と呼ぶ。成膜室（A）706 はゲート 700c を介して搬送室 701 に連結される。本実施例では成膜室（A）706 として図 2 に示した構造の成膜室を設けている。

【0143】本実施例では、成膜室（A）706 内の成膜部 707 において、赤色に発光する第一の有機化合物膜を成膜する。成膜室（A）706 内には複数の蒸発源が備えられており、具体的には、正孔注入性の有機化合物を備えた第一の蒸発源と、正孔輸送性の有機化合物を備えた第二の蒸発源と、発光性を有する有機化合物を備えた第三の蒸発源と、電子輸送性の有機化合物を備えた第四の蒸発源が備えられている。

【0144】なお、これらの有機化合物を順に蒸着していくことにより、陽極上に正孔注入性、正孔輸送性、発光性、および電子輸送性の機能を有する領域からなる有機化合物膜を形成することができる。

【0145】また、本実施例においては、異なる機能領域の界面には、両方の機能領域を形成する有機化合物を同時に蒸着することにより混合領域を形成する。つまり、正孔注入性領域と正孔輸送性領域との界面、正孔輸送性領域と発光性領域との界面、および発光性領域と電子輸送性領域との界面にそれぞれ混合領域を形成している。

【0146】なお、ここでは第一の有機化合物膜として、4 種類の機能の異なる有機化合物を 4 つの蒸発源にそれぞれ備えておき、これらを順に蒸着して有機化合物膜を形成する場合について説明したが、本発明は、これに限られることはなく複数であればよい。また、一つの蒸発源に備えられる有機化合物は必ずしも一種類である

必要はなく、複数種であっても良い。例えば、蒸発源に発光性の有機化合物として備えられている一種類の材料の他に、ドーパントとなりうる別の有機化合物と一緒に備えておいても良い。なお、これらの複数の機能を有し、赤色発光を示す有機化合物膜を形成する有機化合物としては、実施例 1 で示したものをを用いることができるが、公知の材料を自由に組み合わせる用いても良い。

【0147】また、成膜室（A）706 はゲート 700g を介して材料交換室 714 に連結される。なお、材料交換室 714 には、交換した有機化合物を加熱するヒーターが設けられている。予め有機化合物を加熱することで水等の不純物を除去することができる。この時加える温度は 200℃ 以下であることが望ましい。また、材料交換室 714 には、内部を減圧状態にすることができる排気ポンプが備えられているので、外部から有機化合物を追加または交換して加熱処理した後、内部を減圧状態にする。そして、成膜室内と同じ圧力状態になったところでゲート 700g を開け、成膜室内部の蒸発源に有機化合物を備えることができるようになっている。なお、有機化合物は、搬送機構などにより成膜室内の蒸発源に備えられる。

【0148】なお、成膜室（A）706 内における成膜プロセスに関しては、図 2 の説明を参照すれば良い。

【0149】なお、成膜室（A）706 にもアライメント室 705 と同様にクリーニング予備室 722b がゲート（図示せず）を介して連結されている。なお、具体的な構成は、クリーニング予備室 722a と同様であり、クリーニング予備室 722b で発生させたラジカルを成膜室（A）706 に導入することにより、成膜室（A）706 内部に付着した有機化合物等を除去することができる。

【0150】次に、708 は蒸着法により第二の有機化合物膜を成膜するための成膜室であり、成膜室（B）と呼ぶ。成膜室（B）708 はゲート 700d を介して搬送室 701 に連結される。本実施例では成膜室（B）708 として図 2 に示した構造の成膜室を設けている。本実施例では、成膜室（B）708 内の成膜部 709 において、緑色に発光する有機化合物膜を成膜する。

【0151】成膜室（B）708 内には複数の蒸発源が備えられており、具体的には、正孔輸送性の有機化合物を備えた第一の蒸発源と、発光性を有する有機化合物を備えた第二の蒸発源と、ブロッキング性の有機化合物を備えた第三の蒸発源と、電子輸送性の有機化合物を備えた第四の蒸発源が備えられている。

【0152】なお、これらの有機化合物を順に蒸着していくことにより、陽極上に正孔輸送性、発光性、ブロッキング性および電子輸送性の機能を有する領域からなる有機化合物膜を形成することができる。

【0153】また、本実施例においては、異なる機能領域の界面には、両方の機能領域を形成する有機化合物を

同時に蒸着することにより混合領域を形成する。つまり、正孔輸送性領域と発光性領域の界面、発光性領域とブロッキング性領域との界面、およびブロッキング性領域と電子輸送性領域の界面にそれぞれ混合領域を形成している。

【0154】なお、ここでは第二の有機化合物膜として、4種類の機能の異なる有機化合物を4つの蒸発源にそれぞれ備えておき、これらを順に蒸着して有機化合物膜を形成する場合について説明したが、本発明は、これに限られることなく複数であればよい。また、一つの蒸発源に備えられる有機化合物は必ずしも一種類である必要はなく、複数種であっても良い。例えば、蒸発源に発光性の有機化合物として備えられている一種類の材料の他に、ドーパントとなりうる別の有機化合物を一緒に備えておいても良い。なお、これらの複数の機能を有し、緑色発光を示す有機化合物膜を形成する有機化合物としては、実施例1において示したものをを用いても良いが、公知の材料を自由に組み合わせて用いることもできる。

【0155】また、成膜室(B)708はゲート700hを介して材料交換室715に連結される。なお、材料交換室715には、交換した有機化合物を加熱するヒーターが設けられている。予め有機化合物を加熱することで水等の不純物を除去することができる。この時加える温度は200℃以下であることが望ましい。また、材料交換室715には、内部を減圧状態にすることができる排気ポンプが備えられているので、外部から有機化合物を導入した後、内部を減圧状態にする。そして、成膜室内と同じ圧力状態になったところでゲート700hを開け、成膜室内部の蒸発源に有機化合物を備えることができるようになってい

る。なお、有機化合物は、搬送機構などにより成膜室内の蒸発源に備えられる。

【0156】なお、成膜室(B)708内における成膜プロセスに関しては、図2の説明を参照すれば良い。

【0157】なお、成膜室(B)708にもアライメント室705と同様にクリーニング予備室722cがゲート(図示せず)を介して連結されている。なお、具体的な構成は、クリーニング予備室722aと同様であり、クリーニング予備室722cで発生させたラジカルを成膜室(B)708に導入することにより、成膜室(B)708内部に付着した有機化合物等を除去することができる。

【0158】次に、710は蒸着法により第三の有機化合物膜を成膜するための成膜室であり、成膜室(C)と呼ぶ。成膜室(C)710はゲート700eを介して搬送室701に連結される。本実施例では成膜室(C)710として図2に示した構造の成膜室を設けている。本実施例では、成膜室(C)710内の成膜部711において、青色に発光する有機化合物膜を成膜する。

【0159】成膜室(C)710内には複数の蒸発源が

備えられており、具体的には、正孔注入性の有機化合物を備えた第一の蒸発源と、発光性を有する有機化合物を備えた第二の蒸発源と、ブロッキング性の有機化合物を備えた第三の蒸発源と、電子輸送性の有機化合物を備えた第四の蒸発源が備えられている。

【0160】なお、これらの有機化合物を順に蒸着していくことにより、陽極上に正孔注入性、発光性、ブロッキング性および電子輸送性の機能を有する領域からなる有機化合物膜を形成することができる。

【0161】また、本実施例においては、異なる機能領域の界面には、両方の機能領域を形成する有機化合物を同時に蒸着することにより混合領域を形成する。つまり、正孔注入性領域と発光性領域の界面、発光性領域とブロッキング性領域との界面、およびブロッキング性領域と電子輸送性領域の界面にそれぞれ混合領域を形成している。

【0162】なお、ここでは第三の有機化合物膜として、4種類の機能の異なる有機化合物を4つの蒸発源にそれぞれ備えておき、これらを順に蒸着して有機化合物膜を形成する場合について説明したが、本発明は、これに限られることなく複数であればよい。また、一つの蒸発源に備えられる有機化合物は必ずしも一種類である必要はなく、複数種であっても良い。例えば、蒸発源に発光性の有機化合物として備えられている一種類の材料の他に、ドーパントとなりうる別の有機化合物を一緒に備えておいても良い。なお、これらの複数の機能を有し、青色発光を示す有機化合物膜を形成する有機化合物としては、実施例1に示したものをを用いることができるが、公知の材料を自由に組み合わせて用いることもできる

【0163】また、成膜室(C)710はゲート700iを介して材料交換室716に連結される。なお、材料交換室716には、交換した有機化合物を加熱するヒーターが設けられている。予め有機化合物を加熱することで水等の不純物を除去することができる。この時加える温度は200℃以下であることが望ましい。また、材料交換室716には、内部を減圧状態にすることができる排気ポンプが備えられているので、外部から有機化合物を導入した後、内部を減圧状態にする。そして、成膜室内と同じ圧力状態になったところでゲート700iを開け、成膜室内部の蒸発源に有機化合物を備えることができるようになってい

る。なお、有機化合物は、搬送機構などにより成膜室内の蒸発源に備えられる。

【0164】なお、成膜室(C)710内における成膜プロセスに関しては、図2の説明を参照すれば良い。

【0165】なお、成膜室(C)710にもアライメント室705と同様にクリーニング予備室722dがゲート(図示せず)を介して連結されている。なお、具体的な構成は、クリーニング予備室722aと同様であり、クリーニング予備室722dで発生させたラジカルを成

膜室(C)710に導入することにより、成膜室(C)710内部に付着した有機化合物等を除去することができる。

【0166】次に、712は蒸着法により発光素子の陽極もしくは陰極となる導電膜(本実施例では陰極となる金属膜)を成膜するための成膜室であり、成膜室(D)と呼ぶ。成膜室(D)712はゲート700fを介して搬送室701に連結される。本実施例では、成膜室

(D)712内の成膜部713において、発光素子の陰極となる導電膜としてAl-Li合金膜(アルミニウムとリチウムとの合金膜)を成膜する。なお、周期表の1族もしくは2族に属する元素とアルミニウムとを共蒸着することも可能である。共蒸着とは、同時に蒸発源を加熱し、成膜段階で異なる物質を混合する蒸着法をいう。

【0167】また、成膜室(D)712はゲート700jを介して材料交換室717に連結される。なお、材料交換室717には、交換した導電材料を加熱するヒーターが設けられている。予め導電材料を加熱することで水等の不純物を除去することができる。この時加える温度は200℃以下であることが望ましい。また、材料交換室717には、内部を減圧状態にすることができる排気ポンプが備えられているので、外部から導電材料を導入した後、内部を減圧状態にする。そして、成膜室内と同じ圧力状態になったところでゲート700jを開け、成膜室内部の蒸発源に導電材料を備えることができるようになっている。

【0168】なお、成膜室(D)712にもアライメント室705と同様にクリーニング予備室722eがゲート(図示せず)を介して連結されている。なお、具体的な構成は、クリーニング予備室722aと同様であり、クリーニング予備室722eで発生させたラジカルを成膜室(D)712に導入することにより、成膜室(D)712内部に付着した導電材料等を除去することができる。

【0169】また、成膜室(A)706、成膜室(B)708、成膜室(C)710及び成膜室(D)712には、各成膜室内を加熱する機構を備えておく。これにより、成膜室内の不純物の一部を除去することができる。

【0170】さらにこれらの成膜室に備える排気ポンプとしては、ドライポンプ、メカニカルブースターポンプ、ターボ分子ポンプ(磁気浮上型)もしくはクライオポンプなどを用いることが可能であるが、本実施例ではクライオポンプ及びドライポンプが望ましい。

【0171】また、成膜室(A)706、成膜室(B)708、成膜室(C)710及び成膜室(D)712は、排気ポンプにより減圧される。なお、この時の到達真空度は 10^{-6} Pa以上であることが望ましく、例えば、排気速度が 10000 l/s (H_2O)のクライオポンプを用いて、成膜室内部の表面積を 10 m^2 とし、成膜室内部をアルミニウムで形成したときの成膜室内部

のリーク量は、20時間で $4.1 \times 10^{-7} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 以下になるようにしなければならない。このような真空度を得るためには、成膜室内部を電解研磨により表面積を小さくすることが効果的である。

【0172】次に、718は封止室(封入室またはグローブボックスともいう)であり、ゲート700kを介してロード室704に連結されている。封止室718では、最終的に発光素子を密閉空間に封入するための処理が行われる。この処理は形成された発光素子を酸素や水分から保護するための処理であり、カバー材で機械的に封入する、又は熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂で封入するといった手段を用いる。

【0173】カバー材としては、ガラス、セラミックス、プラスチックもしくは金属を用いることができるが、カバー材側に光を放射させる場合は透光性でなければならない。また、カバー材と上記発光素子が形成された基板とは熱硬化性樹脂又は紫外光硬化性樹脂等のシーリング剤を用いて貼り合わせられ、熱処理又は紫外光照射処理によって樹脂を硬化させて密閉空間を形成する。この密閉空間の中に酸化バリウムに代表される吸湿剤を設けることも有効である。

【0174】また、カバー材と発光素子の形成された基板との空間を熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂で充填することも可能である。この場合、熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂の中に酸化バリウムに代表される吸湿材を添加しておくことは有効である。

【0175】図7に示した成膜装置では、封止室718の内部に紫外光を照射するための機構(以下、紫外光照射機構という)719が設けられており、この紫外光照射機構719から発した紫外光によって紫外光硬化性樹脂を硬化させる構成となっている。また、封止室718の内部は排気ポンプを取り付けることで減圧にすることも可能である。上記封入工程をロボット操作で機械的に行う場合には、減圧下で行うことで酸素や水分の混入を防ぐことができる。なお、具体的には、酸素や水の濃度は0.3ppm以下にすることが望ましい。また、逆に封止室718の内部を与圧とすることも可能である。この場合、高純度な窒素ガスや希ガスでバージしつつ与圧とし、外気から酸素等が侵入することを防ぐ。

【0176】次に、封止室718には受渡室(パスボックス)720が連結される。受渡室720には搬送機構(B)721が設けられ、封止室718で発光素子の封入が完了した基板を受渡室720へと搬送する。受渡室720も排気ポンプを取り付けることで減圧とすることが可能である。この受渡室720は封止室718を直接外気に晒さないようにするための設備であり、ここから基板を取り出す。その他、封止室において用いる部材を供給する部材供給室(図示せず)を設けることも可能である。

【0177】なお、本実施例において図示しなかった

が、発光素子の形成後に窒化珪素や酸化珪素等の珪素を含む化合物やこれらの化合物の上に炭素を含む DLC (Diamond Like Carbon) 膜を積層させた絶縁膜を発光素子上に形成させても良い。なお、DLC (Diamond Like Carbon) 膜とは、ダイヤモンド結合 (sp^3 結合) とグラファイト結合 (sp^2 結合) が混在した非晶質膜である。またこの場合には、自己バイアスを印加することでプラズマを発生させ、原料ガスのプラズマ放電分解により薄膜を形成させる CVD (chemical vapor deposition) 装置を備えた成膜室を設ければよい。

【0178】なお、CVD (chemical vapor deposition) 装置を備えた成膜室においては、酸素 (O_2)、水素 (H_2)、メタン (CH_4)、アンモニア (NH_3)、シラン (SiH_4) を用いることができる。また、CVD 装置としては、平行平板型の電極を有し RF 電源が 13.56 MHz のものを用いればよい。

【0179】さらに、スパッタリング法 (または、スパッタ法ともいう) により成膜を行う成膜室を設けることも可能である。発光素子の陰極上に有機化合物膜が形成された後、陽極を形成する場合にスパッタリングによる成膜が有効であるためである。すなわち画素電極が陰極である場合に有効である。なお、成膜時の成膜室内は、アルゴン中に酸素を添加した雰囲気にしておくことで成膜された膜中の酸素濃度を制御し、透過率の高い低抵抗な膜を形成することができる。また、その他の成膜室と同様に成膜室はゲートにより搬送室と遮断されるのが望ましい。

【0180】また、スパッタリングを行う成膜室においては、成膜基板の温度を制御する機構を設けても良い。なお、成膜基板は 20~150℃ に維持されることが望ましい。さらに、成膜室に備える排気ポンプとしては、ドライポンプ、メカニカルブースターポンプ、ターボ分子ポンプ (磁気浮上型) もしくはクライオポンプなどを用いることが可能であるが、本実施例ではターボ分子ポンプ (磁気浮上型) 及びドライポンプが望ましい。

【0181】以上のように、図 7 に示した成膜装置を用いることで完全に発光素子を密閉空間に封入するまで外気に晒さずに済むため、信頼性の高い発光装置を作製することが可能となる。

【0182】〔実施例 3〕本実施例では、実施例 1 で示したインライン型の成膜装置と、基板の搬送方法及び成膜室の構造が異なる成膜装置について図 8 を用いて説明する。

【0183】図 8 において、ロード室 800 に投入された基板 804 は、ゲート (図示せず) を介して連結された第一のアライメント部 801 に搬送される。なお、基板 804 は、図 4 において説明した方法によりアライメントされ、メタルマスク 803 と共にホルダ 802 に固定される。

【0184】そして、基板 804 は、ホルダ 802 ごと

第一の成膜部 805 に搬送される。なお、第一のアライメント部 801 と第一の成膜部 805 は、ゲートを介さずに連結されており、同一の空間を有している。そこで、本実施例では、第一のアライメント部 801 と第一の成膜部 805 との間を自由に移動できる手段として、レール 812 を設けておき、このレール上をホルダ 802 が移動することにより、それぞれの処理を行う。なお、アライメント、及び成膜の際の処理位置は、ホルダ 802 が有する制御機構により制御されるようになって

10 いる。

【0185】そして、第一の成膜部 805 において、異なる有機化合物がそれぞれ備えられている複数の蒸発源 806 により蒸着されることにより、第一の有機化合物膜が形成される。なお、この移動手段は、第二の有機化合物膜を形成するために、第二のアライメント部 807 及び第二の成膜部 808 へ搬送する場合にも同様に用いられる。

【0186】さらに、第三の有機化合物を形成する場合にも、第三のアライメント部 809 及び第三の成膜部 810 へ同様に搬送される。

【0187】以上のように本実施例においては、三種類の有機化合物膜を同一の空間内で形成することが可能である。第三の成膜部 810 は、ゲート (図示せず) を介して、アンロード室 811 と連結されており、成膜後の基板を取り出すことができる。

【0188】なお、本実施例におけるアライメント部および成膜部における処理方法は、実施例 1 のアライメント室及び成膜室において説明したのと同様の処理を行えばよい。

【0189】また、本実施例において、アライメント部と成膜部のあいだにこれらを仕切るための隔壁を設けることは、成膜時に蒸発源から飛散する有機化合物が成膜部以外のところへ飛散するのを防ぐことができる。

【0190】また、本実施例における成膜装置においても、クリーニング予備室 813 を設けて、成膜室内及びメタルマスクのクリーニングを行うと良い。

【0191】以上に説明した成膜装置を用いて、複数の有機化合物膜を同一空間内で形成することにより、異なる有機化合物膜の形成における移動が容易になるため、処理時間を短縮することが可能になる。

【0192】また、本実施例に示す成膜装置においては、成膜室において連続的に蒸着を行い、発光素子の陽極若しくは陰極まで形成された基板上に複数の機能を有する三種類の有機化合物膜を形成することができるが、さらに、導電膜を成膜するための成膜室を設けて、連続的に発光素子の陰極若しくは陽極まで形成することができるようにしても良い。なお、導電膜としては、陰極を形成する場合には Al-Li 合金膜 (アルミニウムとリチウムとの合金膜) の他、周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素とアルミニウムとを共蒸着することにより得

50

られる膜を用いれば良く、陽極を形成する場合には酸化インジウム、酸化錫、酸化亜鉛もしくはこれらの化合物（ITOなど）を用いればよい。

【0193】その他にも、作製した発光素子の封止を行う処理室を設けておくことも可能である。

【0194】〔実施例4〕本実施例では、本発明の成膜装置を用いて作製した発光装置について説明する。図9は、アクティブマトリクス型発光装置の断面図である。なお、能動素子としてここでは薄膜トランジスタ（以下、「TFT」と記す）を用いているが、MOSトランジスタを用いてもよい。

【0195】また、TFTとしてトップゲート型TFT（具体的にはプレーナ型TFT）を例示するが、ボトムゲート型TFT（典型的には逆スタガ型TFT）を用いることもできる。

【0196】図9において、901は基板であり、ここでは可視光を透過する基板を用いる。具体的には、ガラス基板、石英基板、結晶化ガラス基板もしくはプラスチック基板（プラスチックフィルムを含む）を用いればよい。なお、基板901とは、表面に設けた絶縁膜も含めるものとする。

【0197】基板901の上には画素部911および駆動回路912が設けられている。まず、画素部911について説明する。

【0198】画素部911は画像表示を行う領域である。基板上には複数の画素が存在し、各画素には発光素子に流れる電流を制御するためのTFT（以下、「電流制御用TFT」と記す）902、画素電極（陽極）903、有機化合物膜904および陰極905が設けられている。なお、913は、電流制御用TFTのゲートに加わる電圧を制御するためのTFT（以下、「スイッチング用TFT」と記す）である。

【0199】電流制御用TFT902は、ここではpチャネル型TFTを用いることが好ましい。nチャネル型TFTとすることも可能であるが、図9のように発光素子の陽極に電流制御用TFTを接続する場合は、pチャネル型TFTの方が消費電力を押さえることができる。ただし、スイッチング用TFT913はnチャネル型TFTでもpチャネル型TFTでもよい。

【0200】また、電流制御用TFT902のドレインには画素電極903が電気的に接続されている。本実施例では、画素電極903の材料として仕事関数が4.5～5.5eVの導電性材料を用いるため、画素電極903は発光素子の陽極として機能する。画素電極903として代表的には、酸化インジウム、酸化錫、酸化亜鉛もしくはこれらの化合物（ITOなど）を用いればよい。画素電極903の上には有機化合物膜904が設けられている。

【0201】さらに、有機化合物膜904の上には陰極905が設けられている。陰極905の材料としては、

仕事関数が2.5～3.5eVの導電性材料を用いることが望ましい。陰極905として代表的には、アルカリ金属元素もしくはアルカリ土類金属元素を含む導電膜、アルミニウムを含む導電膜、あるいはその導電膜にアルミニウムや銀などを積層したもの、を用いればよい。

【0202】また、画素電極903、有機化合物膜904、および陰極905からなる発光素子914は、保護膜906で覆われている。保護膜906は、発光素子914を酸素および水から保護するために設けられている。保護膜906の材料としては、窒化珪素、窒化酸化珪素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、もしくは炭素（具体的にはダイヤモンドライクカーボン）を用いる。

【0203】次に、駆動回路912について説明する。駆動回路912は画素部911に伝送される信号（ゲート信号およびデータ信号）のタイミングを制御する領域であり、シフトレジスタ、バッファ、ラッチ、アナログスイッチ（トランスファゲート）もしくはレベルシフタが設けられている。図9では、これらの回路の基本単位としてnチャネル型TFT907およびpチャネル型TFT908からなるCMOS回路を示している。

【0204】なお、シフトレジスタ、バッファ、ラッチ、アナログスイッチ（トランスファゲート）もしくはレベルシフタの回路構成は、公知のものでよい。また図9では、同一の基板上に画素部911および駆動回路912を設けているが、駆動回路912を設けずにICやLSIを電気的に接続することもできる。

【0205】また、図9では電流制御用TFT902に画素電極（陽極）903が電気的に接続されているが、陰極が電流制御用TFTに接続された構造をとることもできる。その場合、画素電極903を陰極905と同様の材料で形成し、陰極を画素電極（陽極）903と同様の材料で形成すればよい。その場合、電流制御用TFTはnチャネル型TFTとすることが好ましい。

【0206】また、本実施例では、配線909と分離部910からなるひさしのある形状（以下、ひさし構造と呼ぶ）を設けた。図9で示されるような配線909および分離部910からなる「ひさし構造」は、配線909を構成する金属と、分離部910を形成する前記金属よりもエッチレートの高い材料（例えば金属窒化物）とを積層し、エッチングすることにより形成することができる。この形状により、画素電極903や配線909が陰極905とショートすることを防ぐことができる。なお、本実施例においては、通常のアクティブマトリクス型の発光装置と異なり、画素上の陰極905は、ストライプ状（パッシブマトリクスの陰極と同様）に形成される。

【0207】ここで、図9に示したアクティブマトリクス型発光装置の外観を図10に示す。なお、図10(A)には上面図を示し、図10(B)には図10(A)をA-A'で切断した時の断面図を示す。また、

図 9 に用いた符号を引用する。

【0208】点線で示された 1001 はソース側駆動回路、1002 は画素部、1003 はゲート側駆動回路である。また、1004 はカバー材、1005 はシール剤であり、シール剤 1005 で囲まれた内側には空間 1007 が設けられる。

【0209】なお、配線 1008 はソース側駆動回路 1001 及びゲート側駆動回路 1003 に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となる FPC (フレキシブルプリントサーキット) 1009 からビデオ信号やクロック信号を受け取る。なお、ここでは FPC しか図示されていないが、この FPC にはプリント配線基盤 (PWB) が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光パネルに FPC もしくは PWB が取り付けられた状態の発光モジュールだけではなく、IC を実装した発光モジュールをも含むものとする。

【0210】次に、断面構造について図 10 (B) を用いて説明する。基板 901 の上方には画素部 1002、ゲート側駆動回路 1003 が形成されており、画素部 1002 は電流制御用 TFT 902 とそのドレインに電気的に接続された画素電極 903 を含む複数の画素により形成される。また、ゲート側駆動回路 1003 は n チャネル型 TFT 907 と p チャネル型 TFT 908 とを組み合わせた CMOS 回路を用いて形成される。

【0211】画素電極 903 は発光素子の陽極として機能する。また、画素電極 903 の両端には層間絶縁膜 1006 が形成され、画素電極 903 上には有機化合物膜 904 および発光素子の陰極 905 が形成される。

【0212】陰極 905 は複数の画素に共通の配線としても機能し、接続配線 1008 を経由して FPC 1009 に電気的に接続されている。さらに、画素部 1002 及びゲート側駆動回路 1003 に含まれる素子は全て保護膜 906 で覆われている。

【0213】また、シール剤 1005 によりカバー材 1004 が貼り合わされている。なお、カバー材 1004 と発光素子との間隔を確保するために樹脂膜からなるスペーサを設けても良い。そして、シール剤 1005 の内側は密閉された空間になっており、窒素やアルゴンなどの不活性ガスが充填されている。なおこの密閉空間の中に酸化バリウムに代表される吸湿材を設けることも有効である。

【0214】また、カバー材としては、ガラス、セラミックス、プラスチックもしくは金属を用いることができるが、カバー材側に光を放射させる場合は透光性でなければならない。なお、プラスチックとしては、FRP (Fiberglass-Reinforced Plastics)、PVF (ポリビニルフロライド)、マイラー、ポリエステルまたはアクリルを用いることができる。

【0215】以上のようにして基板上に形成された発光

素子 914 をカバー材 1004 及びシール剤 1005 を用いて封入することにより、外部から完全に遮断することができ、外部から水分や酸素等の有機化合物膜の酸化による劣化を促す物質が侵入するのを防ぐことができる。従って、信頼性の高い発光装置を得ることができる。

【0216】また、ここで図 9 により説明したものと構造の異なる発光装置について図 15 を用いて説明する。画素部 1511 において有するスイッチング用 TFT 1513 及び電流制御用 TFT 1502 の構成および駆動回路 1512 における p チャネル型 TFT 1508 及び n チャネル型 TFT 1507 の構成については、図 9 と同様である。異なるのは、陽極 1503、有機化合物膜 1504 及び陰極 1505 を有する発光素子 1514 の形成方法である。

【0217】図 9 においては、蒸着法を用いて形成したが、本実施例においては、イオン化させた有機化合物を蒸着させる方法 (イオンプレーティング法) を用いることにより、図 15 に示すような構造を形成した。なお、このような構造は、発光した光を反射させることができるので望ましい。また、発光素子 1514 は、珪素を含む絶縁膜で形成される保護膜 1506 で覆われている。

【0218】なお、本実施例における発光装置は、実施例 1 ~ 実施例 3 で説明した成膜装置を用いて成膜することが可能である。

【0219】〔実施例 5〕本実施例では本発明の成膜装置を用いて作製されたパッシブ型 (単純マトリクス型) の発光装置について説明する。説明には図 11 を用いる。図 11 において、1101 はガラス基板、1102 は透明導電膜からなる陽極である。本実施例では、透明導電膜として酸化インジウムと酸化亜鉛との化合物を蒸着法により形成する。なお、図 11 では図示されていないが、複数本の陽極が紙面と平行な方向へストライプ状に配列されている。

【0220】また、ストライプ状に配列された陽極 1102 に対して交差するように陰極隔壁 (1103a、1103b) が形成される。陰極隔壁 (1103a、1103b) は紙面に垂直な方向に形成されている。

【0221】次に、有機化合物膜 1104 が形成される。ここで形成される有機化合物膜 1104 は、正孔注入性、正孔輸送性、発光性、プロッキング性、電子輸送性または、電子注入性の機能を有する有機化合物を複数組み合わせ、複数の機能領域を形成すると良い。

【0222】なお、本実施例においても、機能領域間には混合領域を形成する。なお、混合領域の作製については、実施の形態に示した方法を用いればよい。

【0223】また、これらの有機化合物膜 1104 は陰極隔壁 (1103a、1103b) によって形成された溝に沿って形成されるため、紙面に垂直な方向にストライプ状に配列される。

【0224】その後、複数本の陰極 1105 が紙面に垂直な方向が長手方向となり、且つ、陽極 1102 と直交するようにストライプ状に配列される。なお、本実施例では、陰極 1105 は、MgAg からなり、蒸着法により形成される。また、図示されていないが陰極 1105 は所定の電圧が加えられるように、後に FPC が取り付けられる部分まで配線が引き出されている。さらに、陰極 1105 を形成したら、保護膜 1106 として窒化珪素膜を設ける。

【0225】以上のようにして基板 1101 上に発光素子 1111 を形成する。なお、本実施例では下側の電極が透光性の陽極 1102 となっているため、有機化合物膜で発生した光は下面（基板 1101 側）に放射される。しかしながら、発光素子 1111 の構造を反対にし、下側の電極を遮光性の陰極とすることもできる。その場合、有機化合物膜 1104 で発生した光は上面（基板 1101 とは反対側）に放射されることになる。

【0226】次に、カバー材 1107 としてセラミックス基板を用意する。本実施例の構造では遮光性で良いのでセラミックス基板を用いたが、勿論、前述のように発光素子 1111 の構造を反対にした場合、カバー材 1107 は透光性のほうが良いので、プラスチックやガラスからなる基板を用いるとよい。

【0227】こうして用意したカバー材 1107 は、紫外線硬化樹脂でなるシール剤 1109 により貼り合わされる。なお、シール剤 1109 の内側 1108 は密閉された空間になっており、窒素やアルゴンなどの不活性ガスが充填されている。また、この密閉された空間 1108 の中に酸化バリウムに代表される吸湿材を設けることも有効である。最後に異方導電性フィルム（FPC）1110 を取り付けパッシブ型の発光装置が完成する。なお、本実施例に示した発光装置は、実施例 1～実施例 3 に示したいずれの成膜装置を用いても作製することが可能である。

【0228】〔実施例 6〕発光素子を用いた発光装置は自発光型であるため、液晶表示装置に比べ、明るい場所での視認性に優れ、視野角が広い。従って、本発明の発光装置を用いて様々な電気器具を完成させることができる。

【0229】本発明により作製した発光装置を用いた電気器具として、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、オーディオコンポ等）、ノート型パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的にはデジタルビデオディスク（DVD）等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうる表示装置を備えた装置）などが挙げられる。特に、斜め方向から画面を見る機会が多い携帯情報

端末は、視野角の広さが重要視されるため、発光素子を有する発光装置を用いることが好ましい。それら電気器具の具体例を図 12 に示す。

【0230】図 12（A）は表示装置であり、筐体 2001、支持台 2002、表示部 2003、スピーカー部 2004、ビデオ入力端子 2005 等を含む。本発明により作製した発光装置を、その表示部 2003 に用いることにより作製される。発光素子を有する発光装置は自発光型であるためバックライトが必要なく、液晶表示装置よりも薄い表示部とすることができる。なお、表示装置は、パソコン用、TV 放送受信用、広告表示用などの全ての情報表示用表示装置が含まれる。

【0231】図 12（B）はデジタルスチルカメラであり、本体 2101、表示部 2102、受像部 2103、操作キー 2104、外部接続ポート 2105、シャッター 2106 等を含む。本発明により作製した発光装置を、その表示部 2102 に用いることにより作製される。

【0232】図 12（C）はノート型パーソナルコンピュータであり、本体 2201、筐体 2202、表示部 2203、キーボード 2204、外部接続ポート 2205、ポインティングマウス 2206 等を含む。本発明により作製した発光装置を、その表示部 2203 に用いることにより作製される。

【0233】図 12（D）はモバイルコンピュータであり、本体 2301、表示部 2302、スイッチ 2303、操作キー 2304、赤外線ポート 2305 等を含む。本発明により作製した発光装置を、その表示部 2302 に用いることにより作製される。

【0234】図 12（E）は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置（具体的には DVD 再生装置）であり、本体 2401、筐体 2402、表示部 A 2403、表示部 B 2404、記録媒体（DVD 等）読み込み部 2405、操作キー 2406、スピーカー部 2407 等を含む。表示部 A 2403 は主として画像情報を表示し、表示部 B 2404 は主として文字情報を表示するが、本発明により作製した発光装置を、これら表示部 A、B 2403、2404 に用いることにより作製される。なお、記録媒体を備えた画像再生装置には家庭用ゲーム機器なども含まれる。

【0235】図 12（F）はゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）であり、本体 2501、表示部 2502、アーム部 2503 を含む。本発明により作製した発光装置を、その表示部 2502 に用いることにより作製される。

【0236】図 12（G）はビデオカメラであり、本体 2601、表示部 2602、筐体 2603、外部接続ポート 2604、リモコン受信部 2605、受像部 2606、バッテリー 2607、音声入力部 2608、操作キー 2609、接眼部 2610 等を含む。本発明により作

製した発光装置を、その表示部 2602 に用いることにより作製される。

【0237】ここで図 12 (H) は携帯電話であり、本体 2701、筐体 2702、表示部 2703、音声入力部 2704、音声出力部 2705、操作キー 2706、外部接続ポート 2707、アンテナ 2708 等を含む。本発明により作製した発光装置を、その表示部 2703 に用いることにより作製される。なお、表示部 2703 は黒色の背景に白色の文字を表示することで携帯電話の消費電力を抑えることができる。

【0238】なお、将来的に有機材料の発光輝度が高くなれば、出力した画像情報を含む光をレンズ等で拡大投影してフロント型若しくはリア型のプロジェクターに用いることも可能となる。

【0239】また、上記電気器具はインターネットや CATV (ケーブルテレビ) などの電子通信回線を通じて配信された情報を表示することが多くなり、特に動画情報を表示する機会が増してきている。有機材料の応答速度は非常に高いため、発光装置は動画表示に好ましい。

【0240】また、発光装置は発光している部分が電力を消費するため、発光部分が極力少なくなるように情報を表示することが好ましい。従って、携帯情報端末、特に携帯電話や音響再生装置のような文字情報を主とする表示部に発光装置を用いる場合には、非発光部分を背景として文字情報を発光部分で形成するように駆動することが好ましい。

【0241】以上の様に、本発明の成膜装置を用いて作製された発光装置の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電気器具に用いることが可能である。また、本実施例の電気器具は実施例 1～実施例 3 に示した成膜装置により形成される実施例 4 または実施例 5 に示す発光装置をその表示部に用いることにより完成させることができる。

【0242】〔実施例 7〕本実施例では、本発明の成膜装置により形成された発光装置の画素部の構造について説明する。

【0243】図 16 (A) には、画素部 1911 の一部の上面図を示す。画素部 1911 には、複数の画素 1912 (1912 (a)～1912 (C)) が形成されている。また、ここで示す上面図は、画素に形成された画素電極の端部を覆って形成された絶縁層 1902 まで形成された状態を示している。つまり、絶縁層 1902 は、ソース線 1913、走査線 1914 および電流供給線 1915 を覆うように形成されている。また、下方に画素電極と TFT との接続部分が形成されている領域 a (1903) の部分も絶縁層 1902 で覆われている。

【0244】さらに、図 16 (A) に示す画素部 1911 の点線 AA' における断面図であって、画素電極 1901 上に有機化合物膜 1905 (1905 (a)～1905 (C)) が形成された状態を図 16 (B) に示す。

なお、ここでは、紙面に対して縦方向に同一の材料からなる有機化合物膜が形成されており、横方向にそれぞれ異なる材料からなる有機化合物膜が形成されている。

【0245】例えば、図 16 (A) の画素 (R) 1912 a には赤色発光を示す有機化合物膜 (R) 1905 a が形成され、画素 (G) 1912 b には緑色発光を示す有機化合物膜 (G) 1905 b が形成され、画素 (B) 1912 c には青色発光を示す有機化合物膜 (B) 1905 c が形成される。なお、絶縁層 1902 は、有機化合物膜形成時のマージンとなり、有機化合物膜の成膜位置が多少ずれて、図 16 (B) に示すように絶縁層 1902 上で異なる材料からなる有機化合物膜が重なってしまったとしても、それが絶縁層 1902 上であれば何ら問題はない。

【0246】さらに、図 16 (A) に示す画素部 1911 の点線 BB' における断面図であって、図 16 (B) と同様に画素電極 1901 上に有機化合物膜 1905 が形成された状態を図 16 (C) に示す。

【0247】なお、点線 BB' で切断される画素には、画素 (R) 1912 a と同様の赤色発光を示す有機化合物膜 (R) 1905 a が形成されるため、図 16 (C) で示す構造を有する。

【0248】以上により、画素部 1911 には、赤色発光を示す有機化合物膜 (R) 1905 a が形成され、緑色発光を示す有機化合物膜 (G) 1905 b が形成され、および青色発光を示す有機化合物膜 (B) 1905 c が形成され、発光装置のフルカラー化が可能となる。

【0249】

【発明の効果】以上のように、本発明の成膜装置を用いて発光素子の有機化合物膜を形成することにより、同一の成膜室内で、複数の機能領域を有する有機化合物膜を連続的に形成することができるため、機能領域の界面における不純物の汚染を防ぐことができる。さらに、機能領域間にそれぞれの機能領域を形成する有機化合物からなる混合領域を形成することもできることから、機能領域界面における有機層間のエネルギー障壁を緩和することができる。これにより有機層間におけるキャリアの注入性を向上させることができるので、駆動電圧の低減や素子寿命の長い有機発光素子を形成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の成膜装置により作製される素子構造を説明する図。

【図 2】 成膜室および作製される素子構造を説明する図。

【図 3】 成膜装置について説明する図。

【図 4】 メタルマスクのアライメント方法を説明する図。

【図 5】 成膜装置について説明する図。

【図 6】 成膜室について説明する図。

43

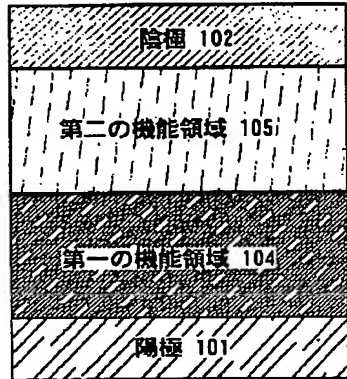
- 【図 7】 成膜装置について説明する図。
 【図 8】 成膜装置について説明する図。
 【図 9】 発光装置について説明する図。
 【図 10】 封止構造について説明する図。
 【図 11】 発光装置について説明する図。
 【図 12】 電気器具の一例を示す図。

44

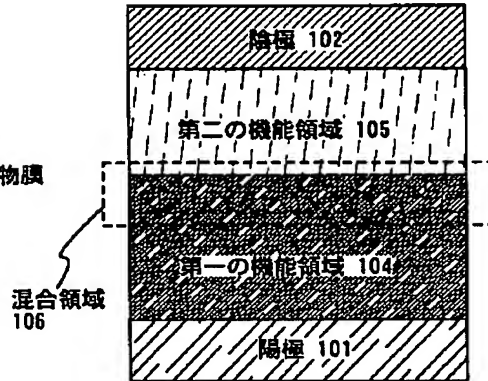
- 【図 13】 従来例を説明する図。
 【図 14】 成膜装置について説明する図。
 【図 15】 発光装置について説明する図。
 【図 16】 画素部について説明する図。
 【図 17】 成膜室における材料室について説明する図。

【図 1】

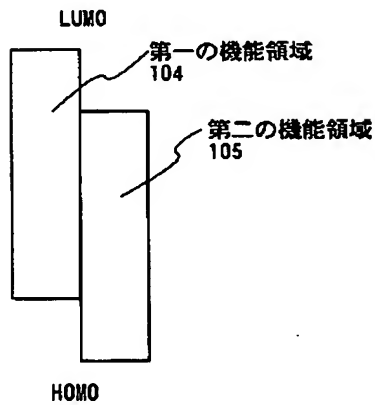
(A)



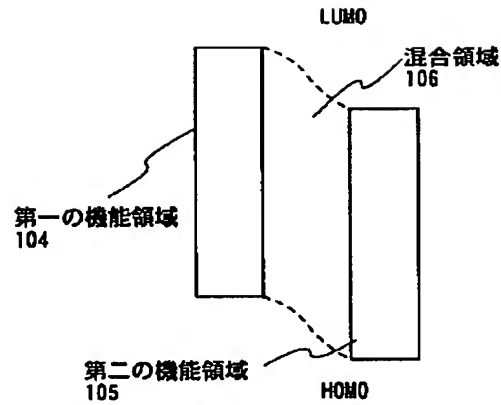
(B)



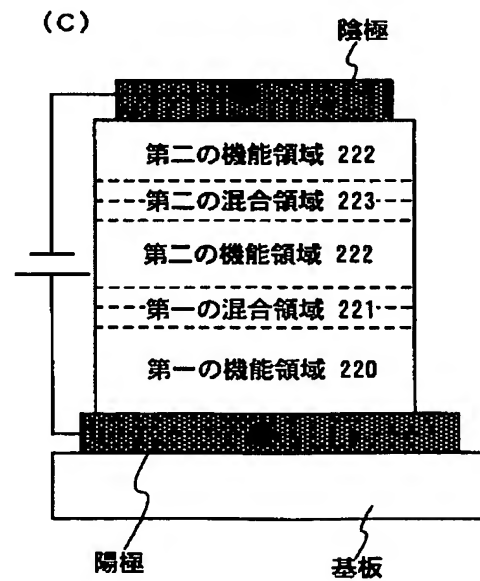
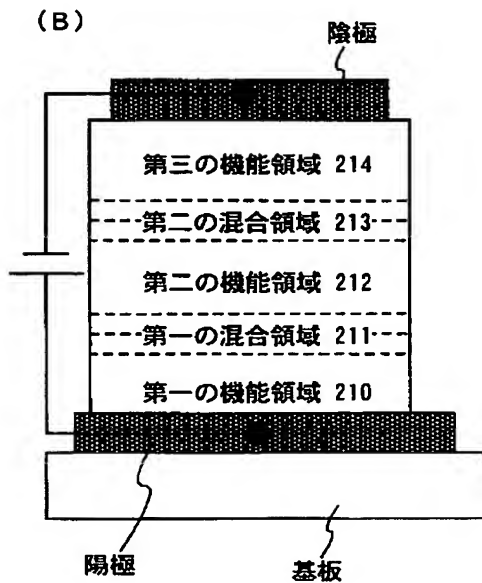
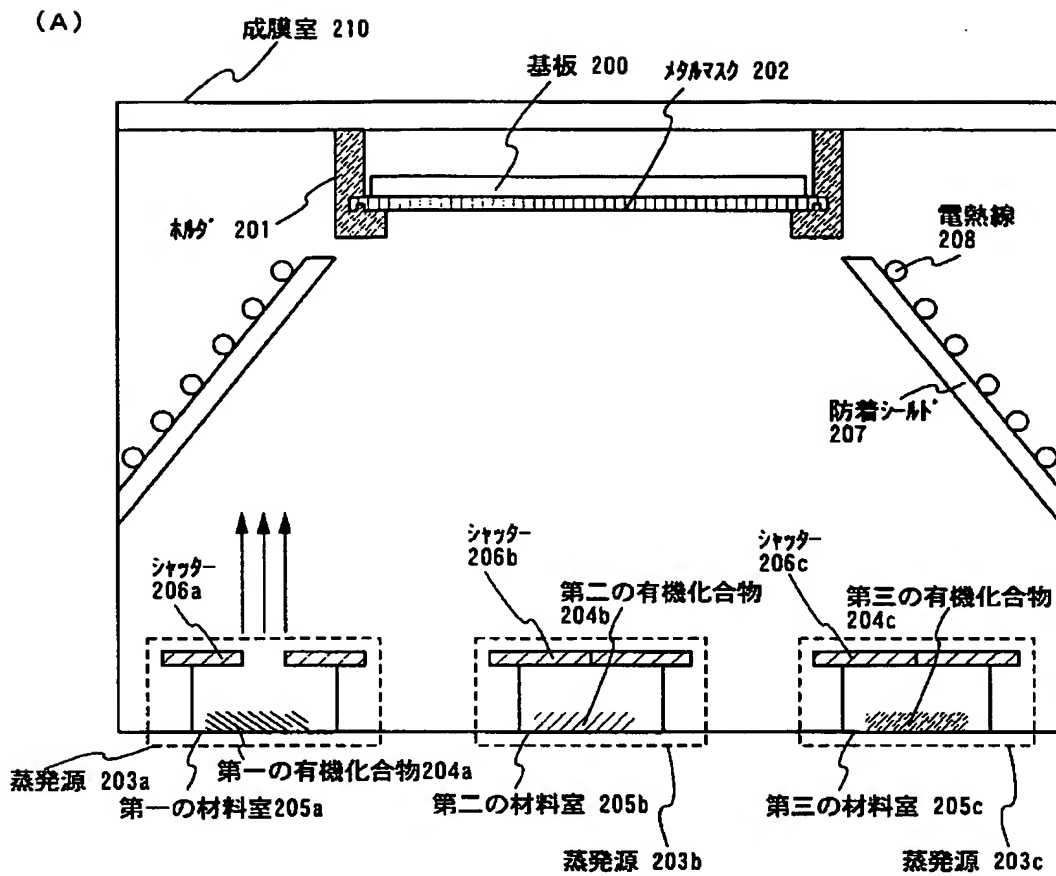
(C)



(D)

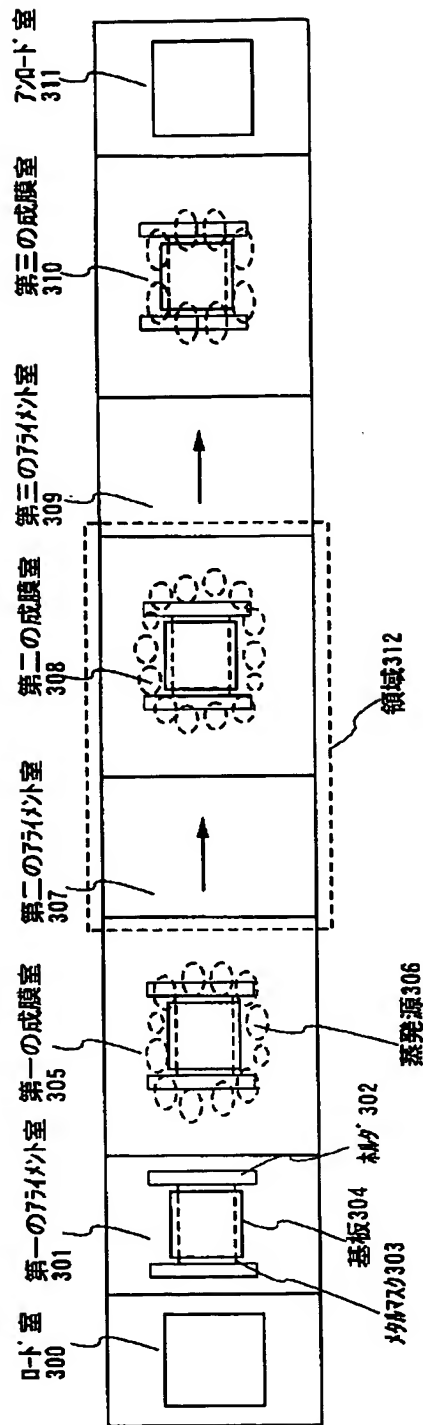


【図 2】

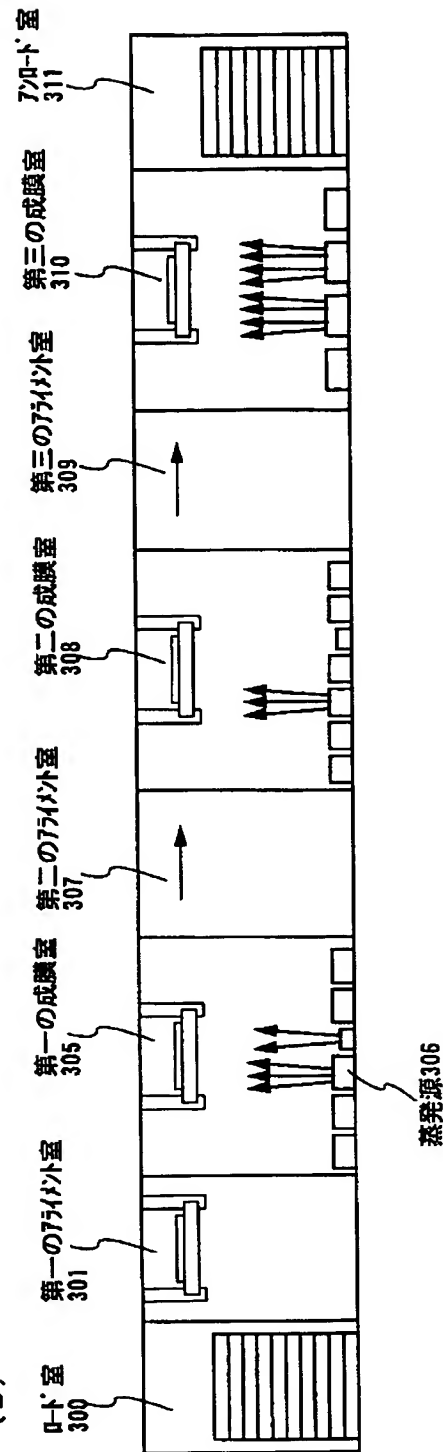


【図 3】

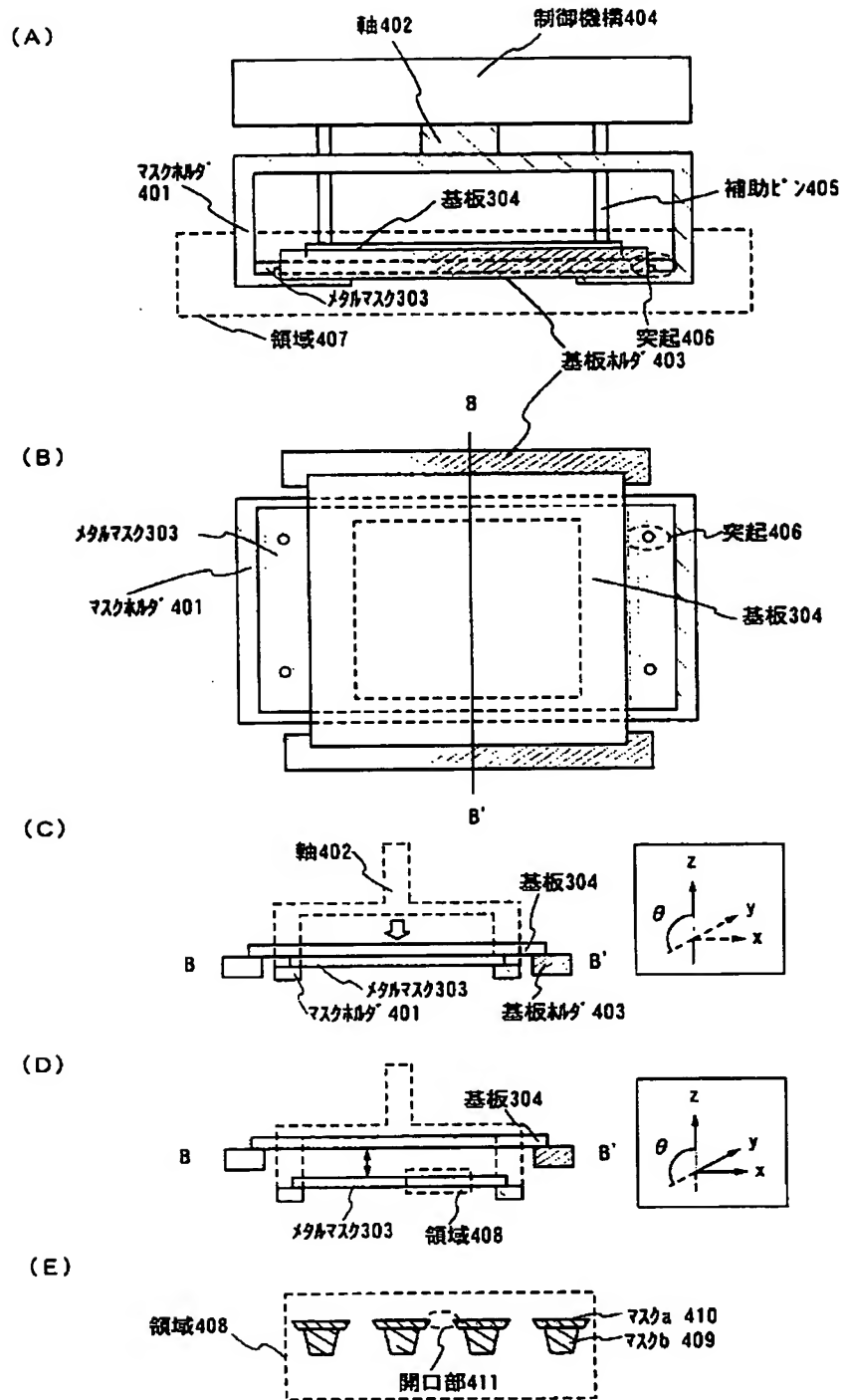
(A)



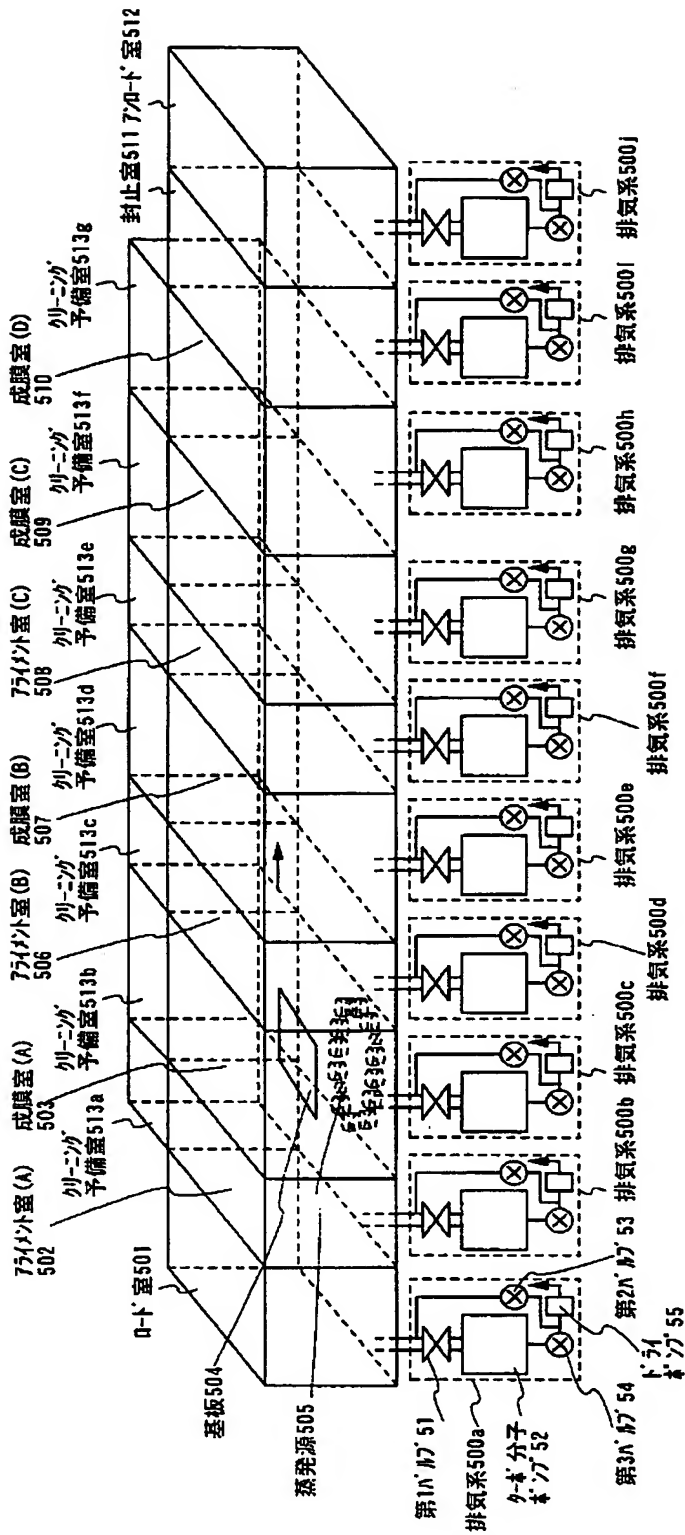
(B)



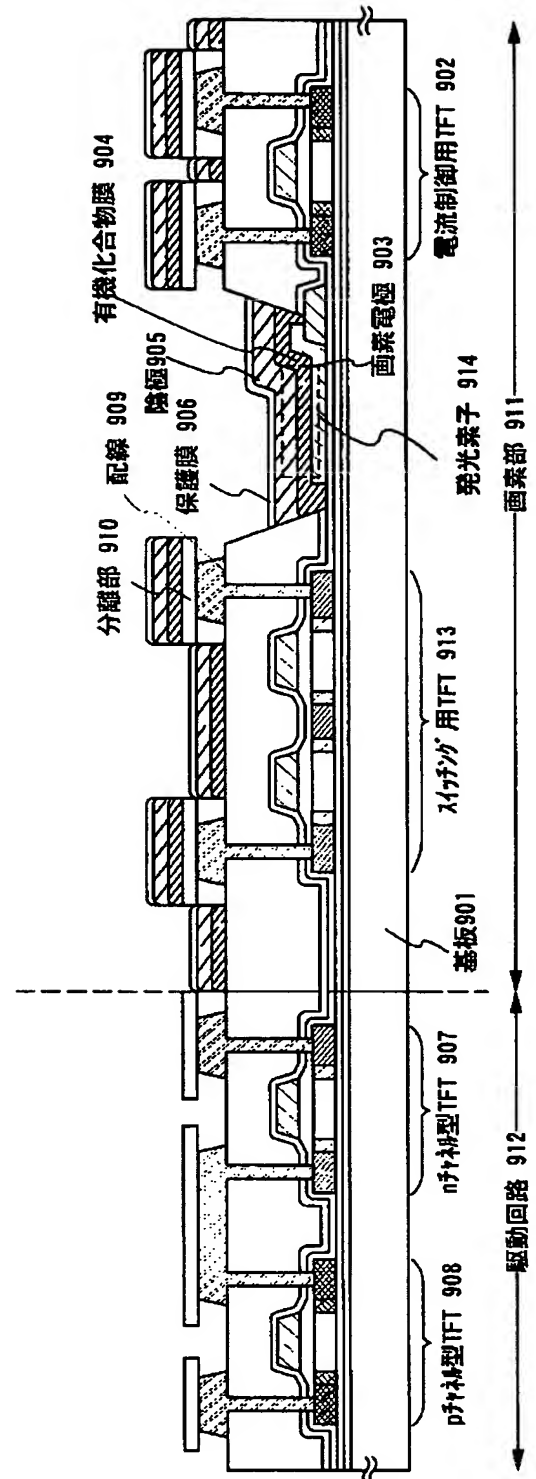
【図 4】



【図 5】

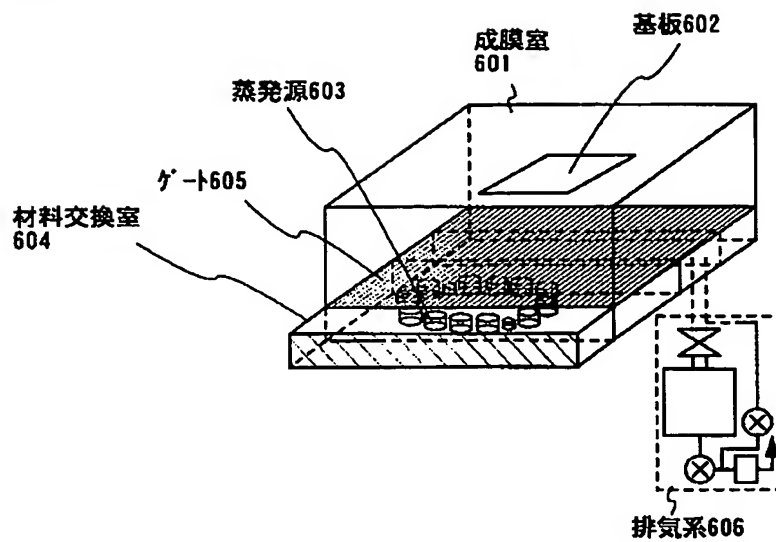


【图9】

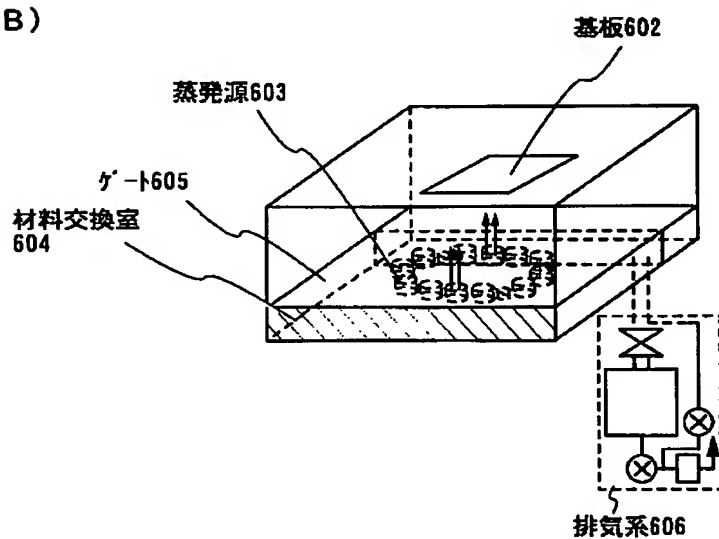


【図 6】

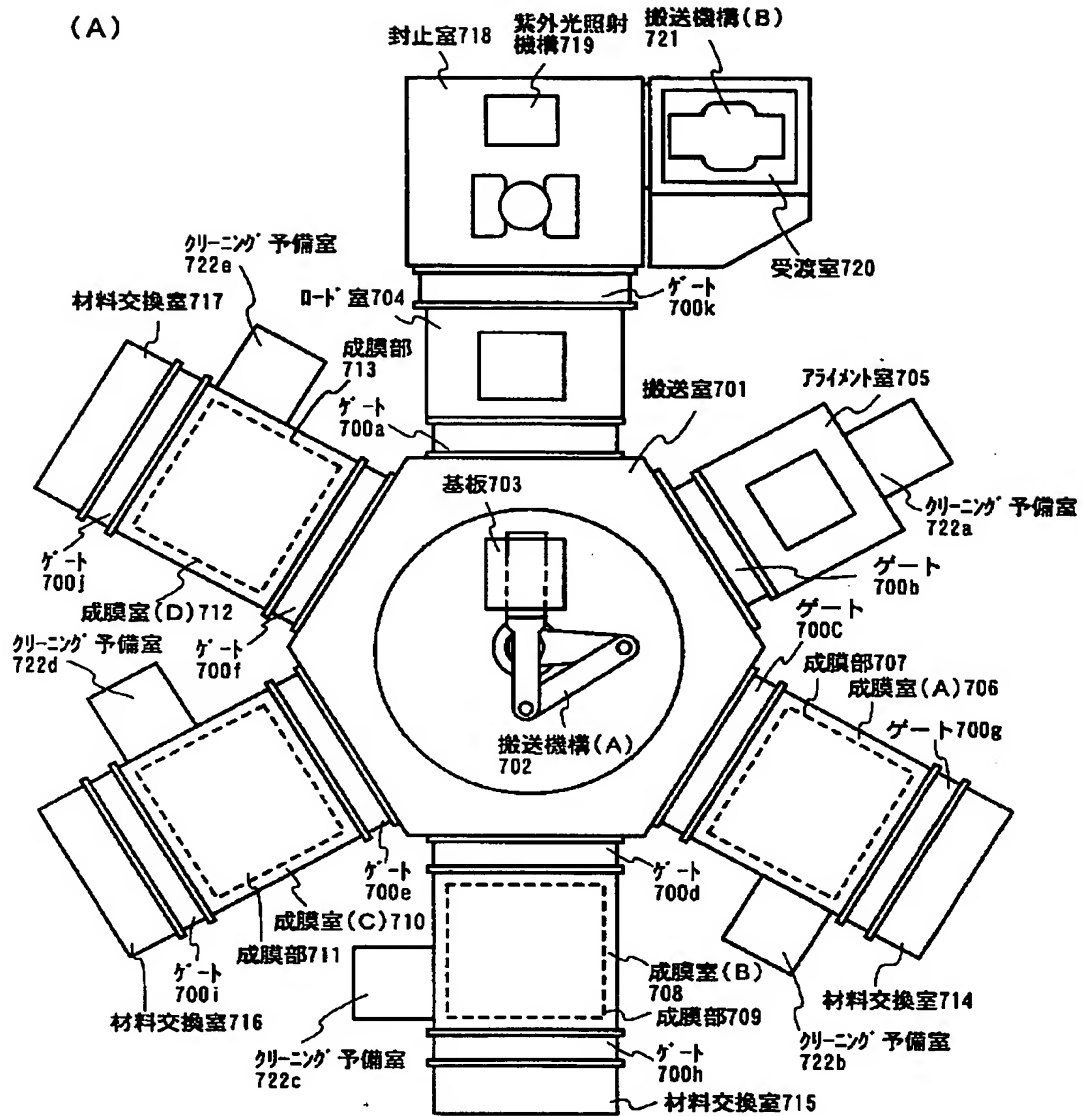
(A)



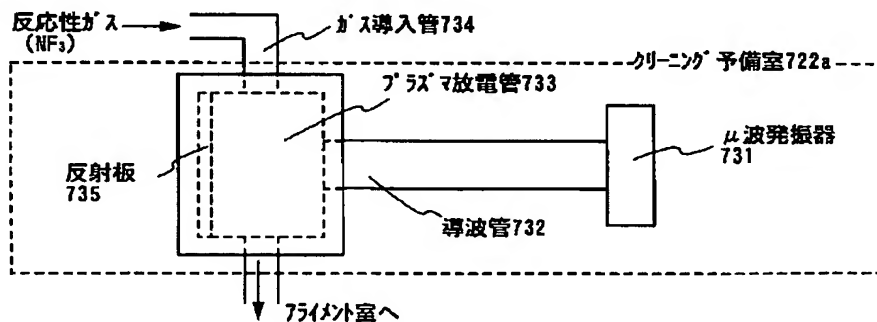
(B)



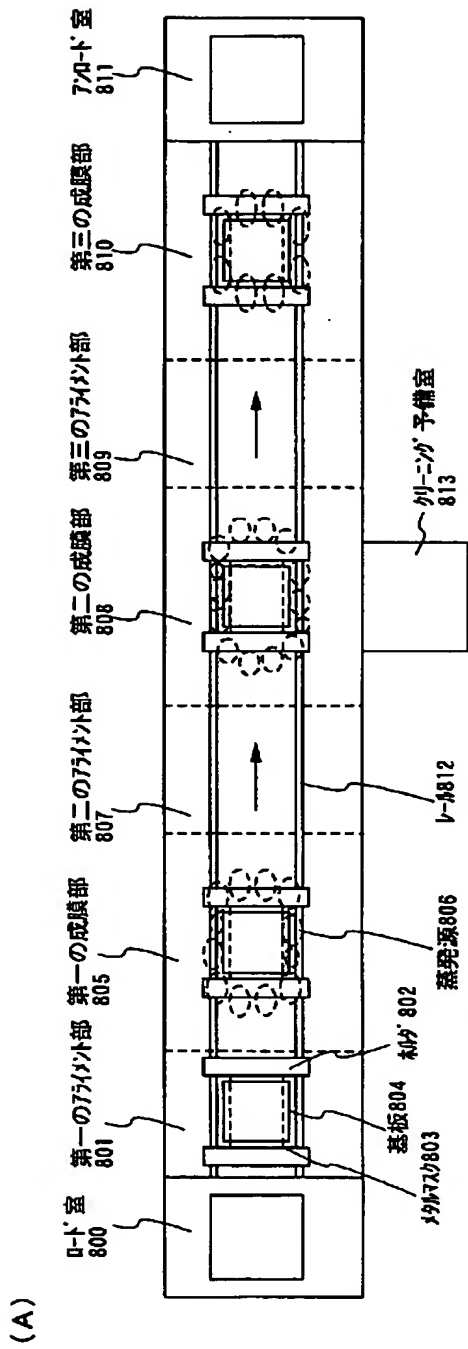
【図 7】



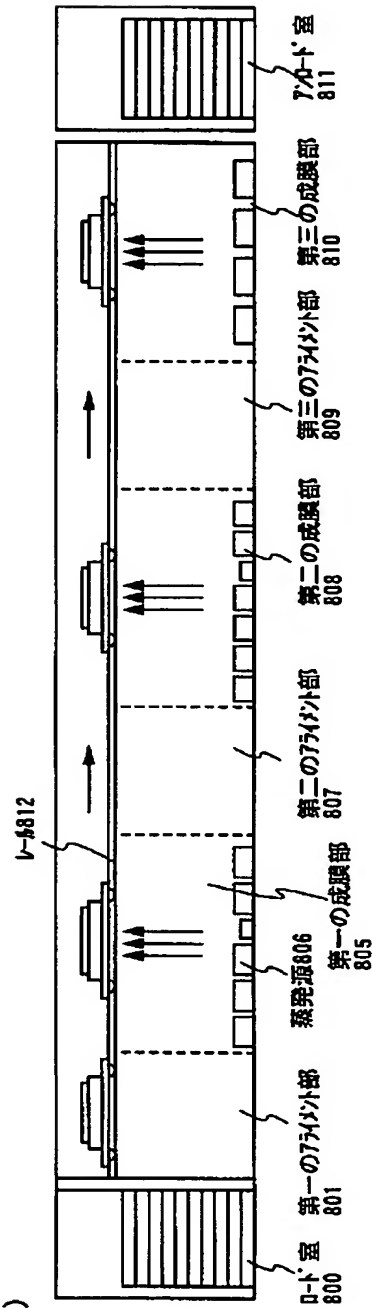
(B)



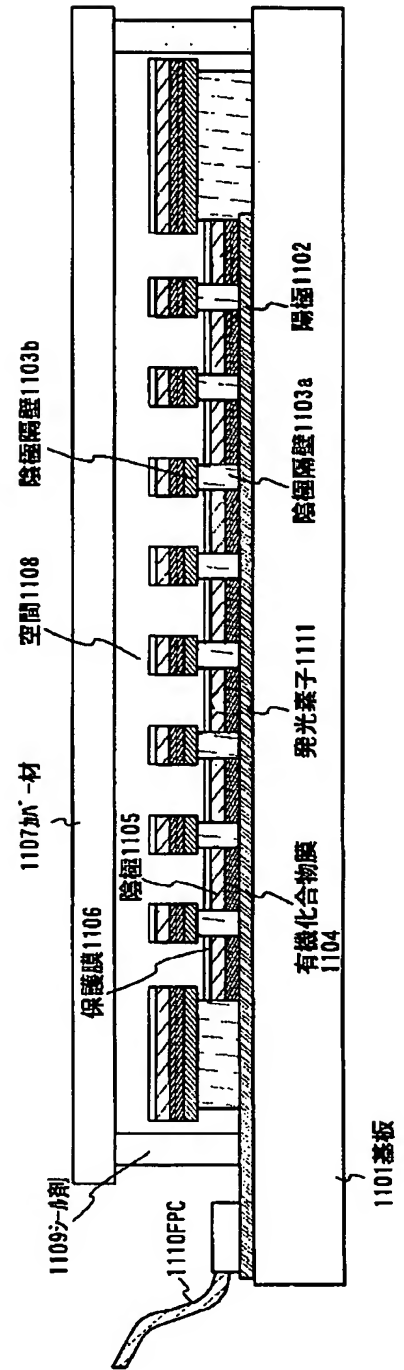
【図8】



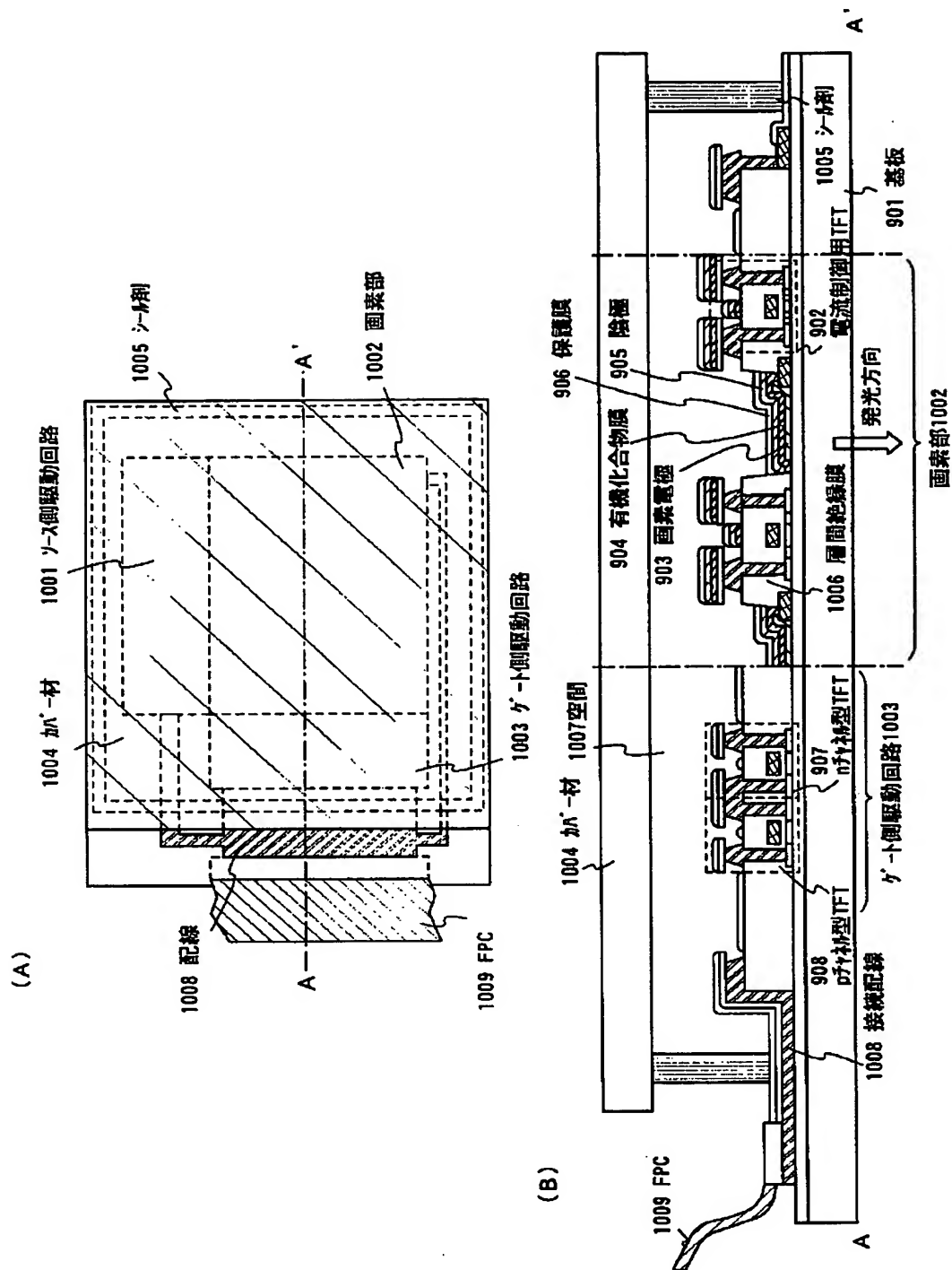
(B)



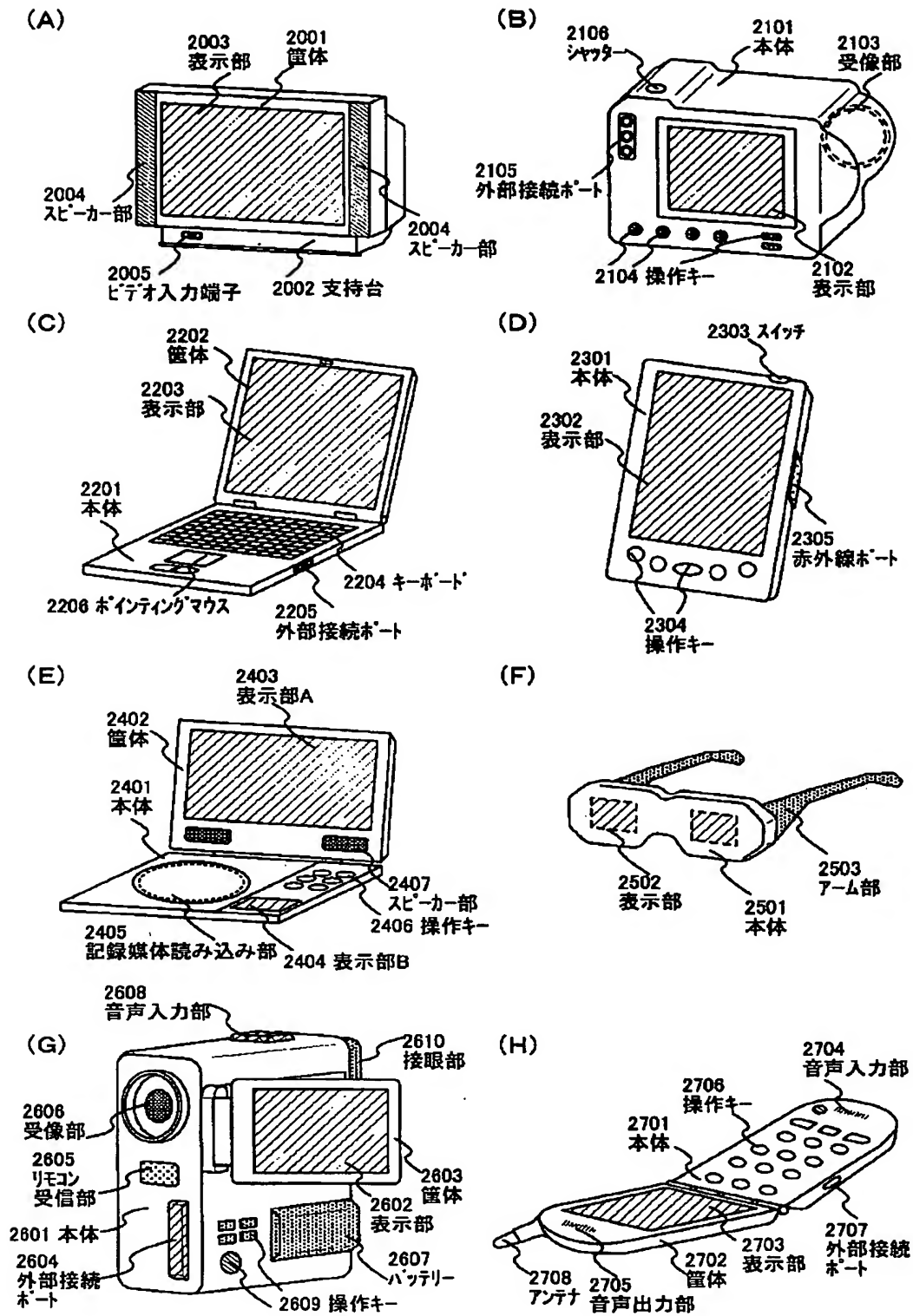
【図11】



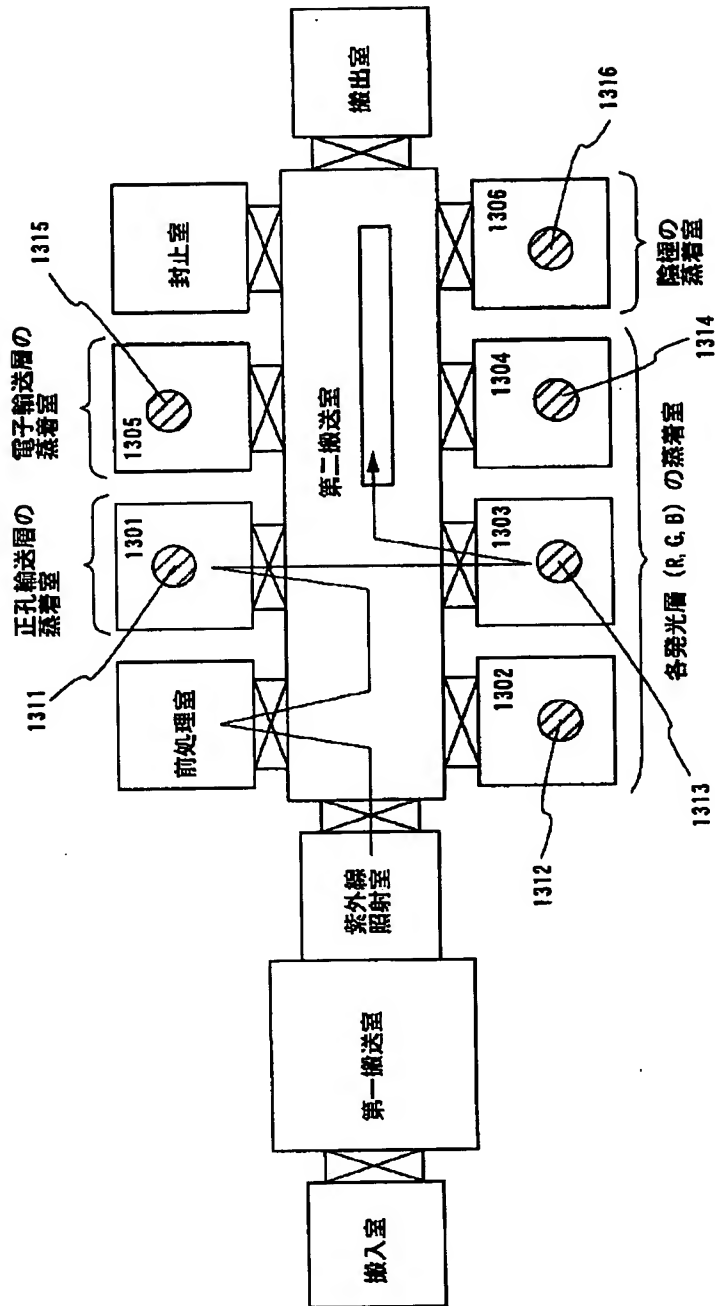
【図10】



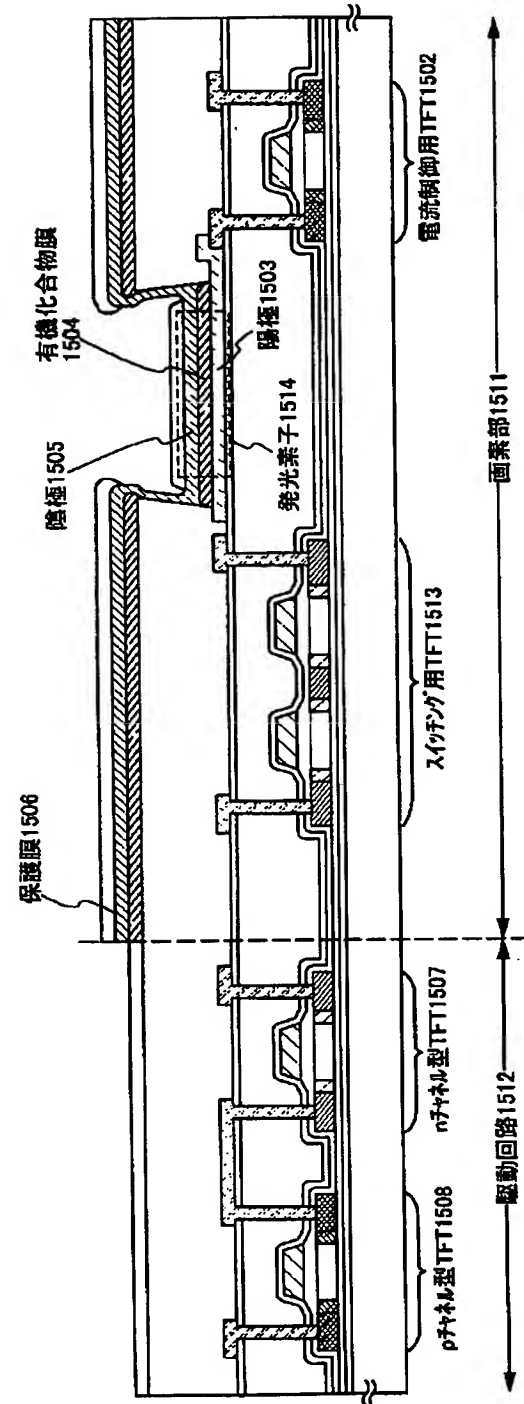
【図 12】



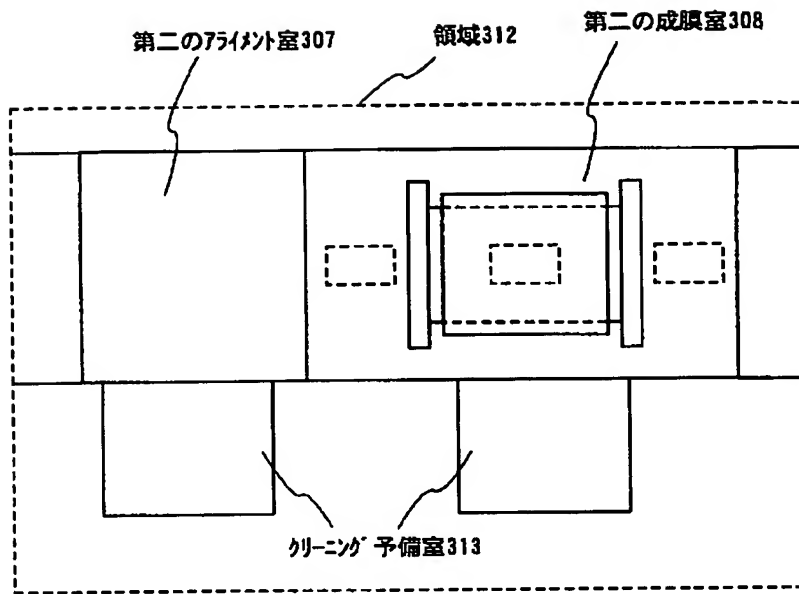
【図 13】



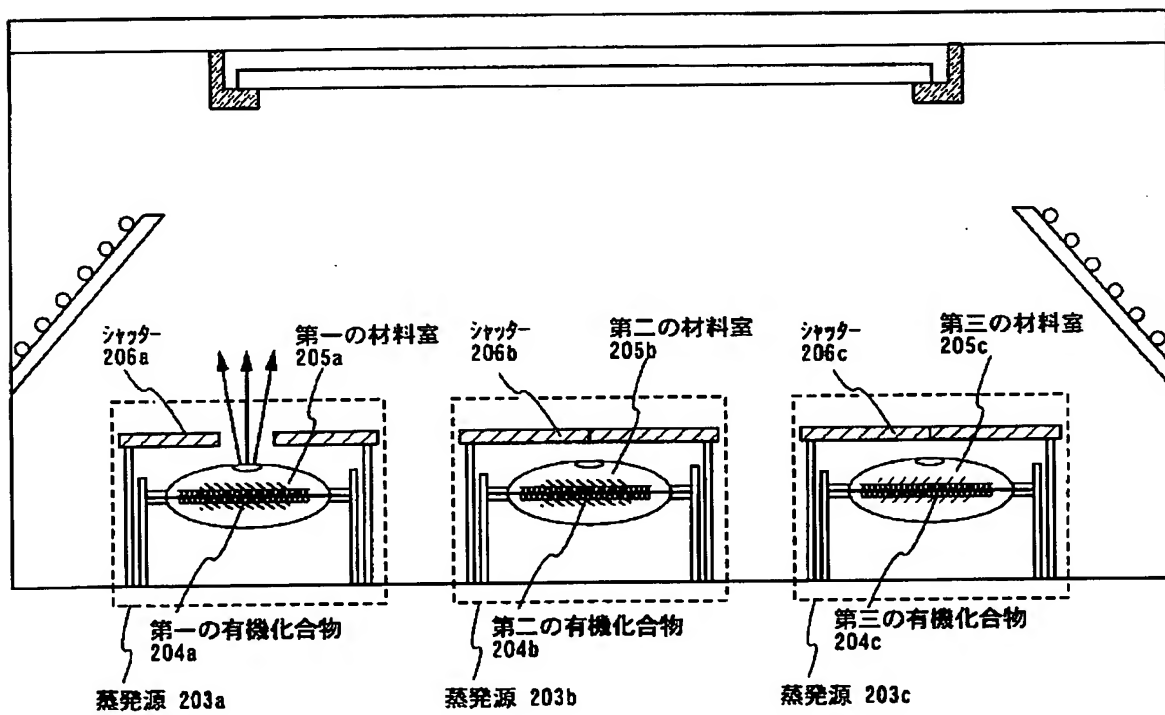
【図 15】



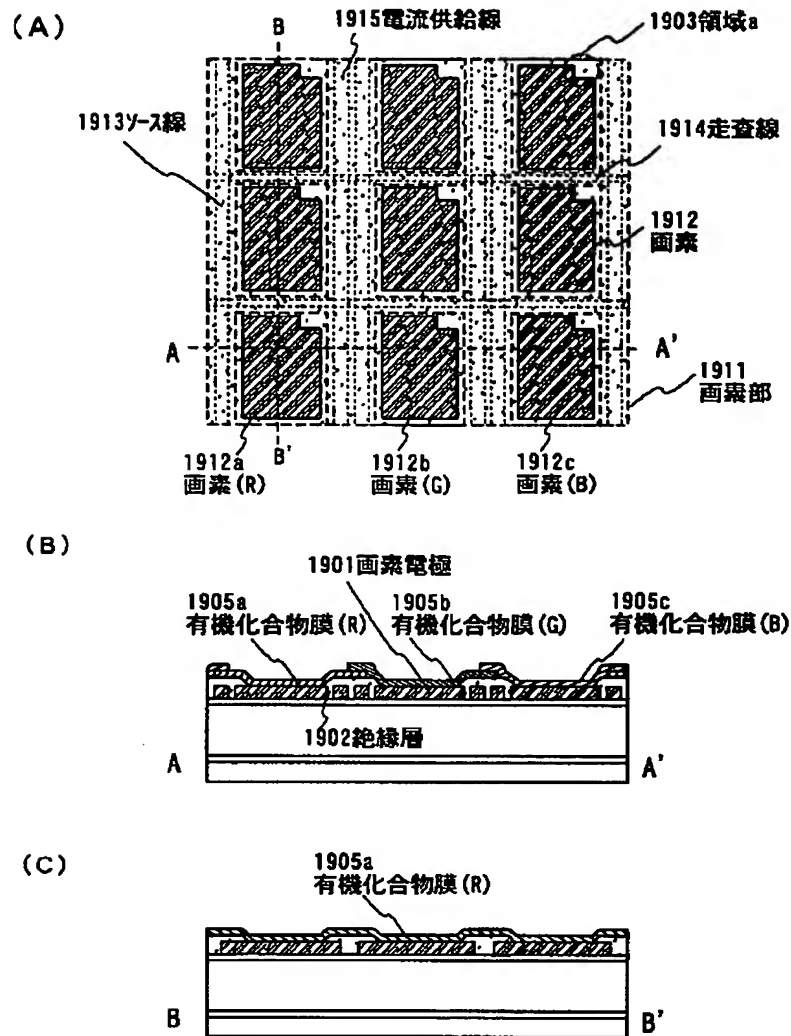
【図 14】



【図 17】



【図16】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3K007 AB18 DB03 FA01
 4K029 BA62 BB02 BD00 CA01 DB14
 HA02